

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Ciências Exatas
Escola de Engenharia
Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica

Stephanie Torres Reyes

**UM *FRAMEWORK* PARA DESIGN DE INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO
FRUGAIS EM CONTEXTOS UNIVERSITÁRIOS BRASILEIROS**

Belo Horizonte
2025

Stephanie Torres Reyes

**UM *FRAMEWORK* PARA DESIGN DE INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO
FRUGAIS EM CONTEXTOS UNIVERSITÁRIOS BRASILEIROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Inovação Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa.

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho.

Belo Horizonte
2025

Ficha Catalográfica

R456f
2025 T Reyes, Stephanie Torres.
Um framework para design de inovação e empreendedorismo frugais em contextos universitários brasileiros [manuscrito] / Stephanie Torres Reyes. 2025. 1 recurso online (349 f. : il., gráfs., tabs., color.) : pdf.

Orientador: Francisco Vidal Barbosa.
Coorientador: Eduardo Romeiro Filho.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Química (Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica).
Bibliografia: f. 240-273.
Apêndices: 274-349.

1. Inovações tecnológicas – Teses. 2. Empreendedorismo – Teses. 3. Inclusão social – Teses. 4. Inclusão em educação – Teses. 5. Educação inclusiva – Teses. 6. Pedagogia crítica – Teses. 7. Desenvolvimento sustentável – Teses. 8. Pesquisa-Ação – Teses. 9. Pesquisa e desenvolvimento – Teses. 10. Pesquisa educacional – Teses. I. Barbosa, Francisco Vidal, Orientador. II. Romeiro Filho, Eduardo, Coorientador. III. Título.

CDU 043



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ICEX - COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

ATA DA SESSÃO DE DEFESA DA 44ª TESE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, DA DISCENTE STEPHANIE TORRES REYES, Nº DE REGISTRO 2020727085.

Aos 22 (vinte e dois) dias do mês de maio de 2025, online, via plataforma virtual Zoom, reuniu-se a Comissão Examinadora composta pelos Professores Doutores: Francisco Vidal Barbosa do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (Orientador e presidente da banca), Eduardo Romeiro Filho do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (Coorientador), Ana Regina de Aguiar Dutra da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, André Moraes dos Santos da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, Sergio Shimura do Instituto Federal de São Paulo – IFSP, Helton Cristian de Paula da Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP e Raoni Barros Bagno do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG, para julgamento da Tese de Doutorado em Inovação Tecnológica - Área de Concentração: Gestão da Inovação, Propriedade Intelectual e Empreendedorismo da discente Stephanie Torres Reyes, Tese intitulada: **“Um Framework para Design de Inovação e Empreendedorismo Frugais em Contextos Universitários Brasileiros.”** O Presidente da Banca abriu a sessão e apresentou a Comissão Examinadora, bem como esclareceu sobre os procedimentos que regem a defesa de tese. Após a exposição oral do trabalho pela discente e arguição pelos membros da Banca Examinadora na ordem registrada acima, com a respectiva defesa da candidata. Finda a arguição, a Banca Examinadora se reuniu, sem a presença da discente e do público, tendo deliberado unanimemente pela sua **APROVAÇÃO**. Nada mais havendo para constar, lavrou-se e fez a leitura pública da presente Ata que segue assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora e pelo coordenador do Programa. Belo Horizonte, 22 de maio de 2025.

Professor Doutor Francisco Vidal Barbosa (Orientador e presidente da banca)
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Eduardo Romeiro Filho (Coorientador)
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professora Doutora Ana Regina de Aguiar Dutra
(Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL)

Professor Doutor André Moraes dos Santos
(Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI)

Professor Doutor Sergio Shimura
(Instituto Federal de São Paulo – IFSP)

Professor Doutor Helton Cristian de Paula
(Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP)

Professor Doutor Raoni Barros Bagno
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Allan Claudius Queiroz Barbosa
Coordenador do PPG em Inovação Tecnológica da UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Helton Cristian de Paula, Usuário Externo**, em 22/05/2025, às 19:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raoni Barros Bagno, Professor do Magistério Superior**, em 22/05/2025, às 19:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sérgio Shimura, Usuário Externo**, em 23/05/2025, às 16:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisco Vidal Barbosa, Professor do Magistério Superior**, em 28/05/2025, às 11:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Allan Claudius Queiroz Barbosa, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 25/06/2025, às 10:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Romeiro Filho, Professor do Magistério**



Superior, em 30/06/2025, às 10:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andre Moraes do Santos, Usuário Externo**, em 08/07/2025, às 09:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Regina de Aguiar Dutra, Usuária Externa**, em 08/07/2025, às 10:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4230586** e o código CRC **013B4237**.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ICEX - COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

**“UM FRAMEWORK PARA DESIGN DE INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO
FRUGAIS EM CONTEXTOS UNIVERSITÁRIOS BRASILEIROS.”**

STEPHANIE TORRES REYES, Nº DE REGISTRO 2020727085

Tese **Aprovada** pela Banca Examinadora constituída pelos Professores Doutores:

Professor Doutor Francisco Vidal Barbosa (Orientador e presidente da banca)
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Eduardo Romeiro Filho (Coorientador)
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professora Doutora Ana Regina de Aguiar Dutra
(Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL)

Professor Doutor André Moraes dos Santos
(Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI)

Professor Doutor Sergio Shimura
(Instituto Federal de São Paulo – IFSP)

Professor Doutor Helton Cristian de Paula
(Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP)

Professor Doutor Raoni Barros Bagno
(PPG em Inovação Tecnológica da UFMG)

Professor Doutor Allan Claudius Queiroz Barbosa
Coordenador do PPG em Inovação Tecnológica da UFMG

Belo Horizonte, 22 de maio de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Helton Cristian de Paula, Usuário Externo**, em 22/05/2025, às 19:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raoni Barros Bagno, Professor do Magistério Superior**, em 22/05/2025, às 19:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sérgio Shimura, Usuário Externo**, em 23/05/2025, às 16:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisco Vidal Barbosa, Professor do Magistério Superior**, em 28/05/2025, às 11:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Allan Claudius Queiroz Barbosa, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 25/06/2025, às 10:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Romeiro Filho, Professor do Magistério Superior**, em 30/06/2025, às 10:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Andre Moraes do Santos, Usuário Externo**, em



08/07/2025, às 09:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Regina de Aguiar Dutra, Usuária Externa**, em 08/07/2025, às 10:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4230605** e o código CRC **C2E17B5F**.

Referência: Processo nº 23072.231527/2025-01

SEI nº 4230605

AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre me incentiva a ser a minha melhor versão. Obrigada pelo total apoio na realização deste grande sonho!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos recursos concedidos para a realização do doutorado.

Aos meus orientadores acadêmicos, Professor Francisco Vidal Barbosa, Coordenador do Programa de Extensão Social e Cidadã da Universidade Federal de Minas Gerais (Programa Incluir UFMG) e Professor Eduardo Romeiro Filho, Coordenador do Laboratório Integrado de Design e Engenharia do Produto da Universidade Federal de Minas Gerais (LIDEP/UFMG), pelo apoio, incentivo, condução e conselhos profissionais.

Ao Professor Ewerton Alex Avelar pela orientação, compreensão e aconselhamento. Obrigada pelos momentos de discussão acadêmica e pela troca de ideias inspiradoras sobre nossas nações latino-americanas.

À Professora Vânia Pasa, Coordenadora do Laboratório de Ensaios de Combustíveis da Universidade Federal de Minas Gerais (LEC-UFMG), por me incentivar, aconselhar e apoiar no meu sonho de ser doutora.

Às secretárias do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Minas Gerais (PPGIT/UFMG), Eni Rocha e Letícia Morato, por apoiar, opinar e ouvir com toda a paciência as angústias de cada etapa do processo.

À *Red Latinoamericana de Innovación Frugal* (RELIF) e à Rede Brasileira de Inovação Frugal (REBRIF), pela orientação, sempre presentes e essenciais à fundamentação deste trabalho. Obrigada pelo suporte na jornada de construção de uma sociedade mais justa, democrática e solidária.

Aos professores que me deram valiosas contribuições na avaliação do ensaio teórico e no exame de qualificação, bem como àqueles que me auxiliaram nas etapas subsequentes.

Aos ARCANJOS que me deram a força para continuar o caminho:

¡GRACIAS!

Science is important. But education is the vector that transmits to every new generation curiosity, passion, and commitment to reimagine the future, extend the limits of human possibility, and achieve a more just social world (Richard Horton, 2022).

RESUMO

A partir dos anos 2000, novas formas de inovação e empreendedorismo têm sido reconhecidas sob a denominação de Inovação Frugal (IF) e Empreendedorismo Frugal (EF), e destacam-se por permitir o desenvolvimento de produtos, serviços e modelos de negócios inclusivos, acessíveis e sustentáveis. Utilizados em conjunto, definem-se como um processo colaborativo de geração de novas ideias, a partir do trabalho junto à sociedade civil, para propor reformas e adaptações em artefatos existentes, a fim de acolher comportamentos, propósitos e especificidades dos usuários da Base da Pirâmide (BoP) e seu contexto. Em ambientes universitários com restrições de recursos, como o Brasil, representam alternativas para promover um cenário acadêmico mais sensível às necessidades e aos símbolos regionais desse território. Embora o campo demonstre um evidente interesse pela temática, ainda há lacunas no estado da arte sobre estudos de campo que delimitem explicitamente as etapas, as estratégias e os recursos que, concatenados, possibilitam a confluência efetiva de conhecimentos entre a academia e as comunidades locais para a coprodução de valor em sala de aula. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e estabelecer um *framework* que represente e auxilie o processo de educação em IF e EF em contextos universitários brasileiros. Para tanto, adotou-se como estratégia metodológica a pesquisa mista e exploratória, com ênfase aplicada, por meio de sete etapas – (i) identificação do problema; (ii) conscientização do problema; (iii) sugestão do artefato; (iv) desenvolvimento do artefato; (v) avaliação do artefato; (vi) conclusão do artefato; e (vii) considerações finais –, guiadas pelos preceitos da *Design Science Research* (DSR), e 3 critérios de avaliação – (a) viabilidade do artefato, (b) aceitação do artefato; e (c) validade do artefato – fundamentados na Pesquisa-Ação Participativa (PAP). Foram utilizados diferentes instrumentos para a coleta de dados: revisão da literatura, *survey*, entrevistas semiestruturadas e experimentos colaborativos com docentes, estudantes universitários e indivíduos da BoP. A análise dos dados deu-se por meio de diversas técnicas: análise descritiva qualitativa e estatística, teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, estatística do Qui-quadrado e análise de conteúdo. Os resultados permitiram propor uma estrutura metodológica (instanciação), composta por dois ciclos guiados pela Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), que explica e representa novas possibilidades de associar e apropriar estratégias de educação frugal e Abordagens de Design Frugal (ADF) para elucidar o processo educacional. A pesquisa contribui também com um conceito próprio de inovação e empreendedorismo frugais para cenários acadêmicos, coerente com a premissa da pesquisa. Os achados podem ser úteis para pesquisadores e docentes brasileiros que buscam não só identificar desafios locais latentes, como também promover um espaço de reflexão e valorização de repertórios socioculturais e históricos como fontes de desenvolvimento local, por meio do valor frugal. Além disso, o estudo contribui com uma lista de recursos para planejamento pedagógico, que podem ajudar a instituições e demais interessados a entenderem os objetivos de aprendizagem para a área de estudo, bem como mapear potencialidades de disseminação do enfoque frugal em outras disciplinas da grade curricular universitária.

Palavras-chave: inovação frugal; empreendedorismo frugal; abordagens de design frugal; educação frugal; participação comunitária; pedagogia crítica.

ABSTRACT

Since the 2000s, new forms of innovation and entrepreneurship have been recognized under the terms Frugal Innovation (FI) and Frugal Entrepreneurship (FE). They stand out for enabling the development of inclusive, accessible, and sustainable products, services, and business models. Used together, they are defined as a collaborative process of generating new ideas, based on working with civil society, to propose reforms and adaptations to existing artifacts to accommodate the behaviors, purposes, and specificities of Base of the Pyramid (BoP) users and their context. In resource-constrained university environments, such as Brazil, they represent alternatives for promoting an academic scenario more sensitive to the needs and regional symbols of that territory. Although the field demonstrates clear interest in the topic, there are still gaps in the state of the art regarding field studies that explicitly delimit the stages, strategies, and resources that, when combined, enable the effective confluence of knowledge between academia and local communities for the value co-production in the classroom. The objective of this work was to develop and establish a framework to represent and support the education process in FI and FE in Brazilian university contexts. Thus, a mixed and exploratory research methodological strategy was adopted, with an emphasis on applied research, through seven stages – (i) problem identification; (ii) awareness of problem; (iii) artifact suggestion; (iv) artifact development; (v) artifact evaluation; (vi) artifact conclusion; and (vii) final considerations –, guided by the precepts of Design Science Research (DSR), and three evaluation criteria: (a) artifact viability; (b) artifact acceptance; and (c) artifact validity, based on Participatory Action Research (PAR). Diverse data collection instruments were used: literature review, survey, semi-structured interviews, and collaborative experiments with professors, university students, and individuals from the BoP. Several data analysis techniques were performed: qualitative descriptive and statistical analysis, Wilcoxon-Mann-Whitney test, Chi-square statistics, and content analysis. The results propose a methodological framework (instantiation), composed of two cycles guided by Historical-Critical Pedagogy (HCP), that explains and represents new possibilities for associating and appropriating frugal education strategies and Frugal Design Approaches (FDA) to elucidate the educational process. The research also contributes with its own concept of frugal innovation and entrepreneurship for academic scenarios, consistent with the research objective. The findings may be useful for Brazilian researchers and educators seeking not only to identify latent local challenges but also to promote a space for reflection and appreciation of sociocultural and historical repertoires as sources of local development, through frugal value. Furthermore, the study contributes to a list of resources for pedagogical planning, which can help institutions and other stakeholders understand the learning objectives for the field of study, as well as map potential for disseminating the frugal approach in other disciplines of the university curriculum.

Keywords: frugal innovation; frugal entrepreneurship; frugal design approaches; frugal education; community participation; critical pedagogy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do trabalho	29
Figura 2 – Categorias de IF e inovações relacionadas.....	41
Figura 3 – Carro <i>Tata Nano</i>	57
Figura 4 – Geladeira <i>ChotuKool</i>	58
Figura 5 – Caminhão <i>Dost</i>	60
Figura 6 – <i>Foldscope</i>	90
Figura 7 - Conceito de IF e EF em contextos universitários	115
Figura 8 – Primeiro artefato sugerido.....	177
Figura 9 – Recursos e espaços físicos/digitais do workshop na Colômbia	178
Figura 10 – Estrutura do artefato sugerido 2	186
Figura 11 – Sala para atividades projetuais	193
Figura 12 – Recursos pedagógicos utilizados durante o processo projetual (parte 1).....	194
Figura 13 – Recursos pedagógicos utilizados durante o processo projetual (parte 2).....	195
Figura 14 – Recursos audiovisuais utilizados durante o experimento.....	197
Figura 15 – Charge da pesquisadora	198
Figura 16 – Evidência de aprendizagem.....	205
Figura 17 – Resultados de dinâmicas de socialização de termos (parte 1).....	207
Figura 18 – Resultados de dinâmicas de socialização de termos (parte 2).....	207
Figura 19 – Resultados do experimento educacional (parte 1)	212
Figura 20 – Resultados do experimento educacional (parte 2)	212
Figura 21 – Estrutura do artefato final	223

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Área de formação acadêmica dos respondentes da RELIF	117
Gráfico 2 – Nível de formação acadêmica dos respondentes da RELIF	118
Gráfico 3 – Tipo de instituição onde atuam os respondentes da RELIF	118
Gráfico 4 – Cargo ocupado pelos respondentes da RELIF	119
Gráfico 5 – Principais atividades realizadas para difundir IF e EF	120
Gráfico 6 – País de localização dos respondentes da RELIF	120
Gráfico 7 – Estratégias práticas para empreender com enfoque frugal na fase de ideação	123
Gráfico 8 – Estratégias práticas para empreender com enfoque frugal na fase de desenvolvimento	123
Gráfico 9 – Estratégias práticas para empreender com enfoque frugal na fase de difusão	124
Gráfico 10 – Estratégias práticas para empreender com enfoque frugal na fase de captura de valor	124
Gráfico 11 – Metodologias Ativas que podem ser consideradas referências para educação de IF e EF	126
Gráfico 12 – Atividades que devem ser realizadas para implementar com sucesso as Metodologias Ativas	126
Gráfico 13 – Uso de plataformas digitais em dinâmicas de educação em IF e EF	127
Gráfico 14 – Recursos digitais indicados pelos respondentes da RELIF	127
Gráfico 15 – Atividades para construção de propostas educacionais que difundem o valor frugal	128
Gráfico 16 – Radar das premissas sobre estratégias de educação de IF e EF	130
Gráfico 17 – Recursos e materiais de apoio educacionais	196
Gráfico 18 – Grau de proximidade da sua área de estudo com o escopo da disciplina/curso	199
Gráfico 19 – Grau de concordância com o conteúdo temático visto durante as aulas	200

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese de definições conceituais da IF	32
Quadro 2 – Competências de IF	43
Quadro 3 – Síntese das principais características da IF	44
Quadro 4 – Principais critérios da IF	50
Quadro 5 – Casos sob a perspectiva dos critérios-chave da IF	51
Quadro 6 – Casos mexicanos sob a perspectiva dos critérios-chave da IF	52
Quadro 7 – Síntese das categorias do EF	55
Quadro 8 – Empreendimentos frugais corporativos pioneiros da década de 2000	56
Quadro 9 – Exemplos de empreendimentos frugais de base	62
Quadro 10 – Síntese de aspectos teóricos que apoiam a geração de IF e EF	63
Quadro 11 – Etapas da DSR	67
Quadro 12 – Percorso metodológico da pesquisa	70
Quadro 13 – Estratégias de busca e elegibilidade de documentos para a revisão bibliográfica inicial	71
Quadro 14 – Estratégias de busca e elegibilidade de documentos para a revisão bibliográfica sobre educação frugal e ADF	72
Quadro 15 – Características do processo de coleta de dados para o <i>survey</i>	75
Quadro 16 – Características do processo de coleta de dados para as entrevistas com docentes	76
Quadro 17 – Processo de análise de conteúdo de entrevistas com docentes	77
Quadro 18 – Características metodológicas da sugestão do artefato 1	78
Quadro 19 – Características do processo de desenvolvimento do artefato	79
Quadro 20 – Critérios de avaliação do artefato	81
Quadro 21 – Características do processo de coleta de dados das entrevistas com estudantes brasileiros	82
Quadro 22 – Processo de análise de conteúdo das entrevistas com estudantes brasileiros	82
Quadro 23 – Fluxo e critérios para revisão bibliográfica final	83
Quadro 24 – Princípios da educação frugal	88
Quadro 25 – Instituições acadêmicas que difundem a IF	95
Quadro 26 – Síntese das estratégias de educação frugal mapeadas na literatura	99
Quadro 27 – Etapas, diretrizes e ferramentas para a concepção de soluções frugais com a BoP	100
Quadro 28 – Critérios-chave, métodos e atividades de projeto e desenvolvimento de inovações frugais	102
Quadro 29 – <i>Framework</i> para design de produtos com a BoP	104
Quadro 30 – Princípios para design de soluções com a BoP	106
Quadro 31 – Fatores de sucesso do processo de DNPf	108
Quadro 32 – Estrutura metodológica para design e desenvolvimento de produto frugal	108
Quadro 33 – Processo de DNPf	109
Quadro 34 – Estrutura metodológica para desenvolvimento de artefatos frugais	110
Quadro 35 – Síntese das ADF mapeadas na literatura	113
Quadro 36 – Síntese conclusiva dos resultados do <i>survey</i>	133
Quadro 37 – Dinâmicas para educação de IF e EF	151
Quadro 38 – Concepções sobre competências específicas do processo de educação em IF e EF	160
Quadro 39 – Síntese conclusiva das categorias convergentes mapeadas nas entrevistas com docentes	172
Quadro 40 – Perfil dos participantes da operacionalização da sugestão de artefato 1	179

Quadro 41 – Síntese das respostas dos participantes dos <i>workshops</i>	180
Quadro 42 – Justificativas de alterações da sugestão de artefato 1	184
Quadro 43 – Síntese do perfil dos estudantes brasileiros entrevistados	189
Quadro 44 – Síntese dos benefícios da interação educacional apontados pelos participantes	208
Quadro 45 – Principais resultados que os estudantes conseguiram com sua participação na disciplina/curso	211
Quadro 46 – Fases da PHC.....	221
Quadro 47 – Componentes do ambiente interno do artefato final (ciclo 1)	226
Quadro 48 – Componentes do ambiente interno do artefato final (ciclo 2)	228
Quadro 49 – Competências e IE do <i>framework</i> final	231
Quadro 50 – Contribuições atingidas com cada objetivo do estudo	235
Quadro 51 – Características do questionário <i>online</i> (<i>survey</i>).....	274
Quadro 52 – Enunciados que descrevem as competências educacionais.....	274
Quadro 53 – Síntese do perfil dos docentes entrevistados	275
Quadro 54 – Componentes do ambiente interno do artefato desenvolvido para o cenário educacional brasileiro	277
Quadro 55 – Sustentação teórica dos componentes internos do artefato sugerido 1.....	286
Quadro 56 – Sustentação prática dos componentes internos do artefato sugerido 1.....	288
Quadro 57 – Sustentação teórico-prática das ADF utilizadas na sugestão de artefato 2.....	292
Quadro 58 – Sustentação teórico-prática das Metodologias Ativas para educação e táticas didáticas utilizadas na sugestão de artefato 2	293
Quadro 59 – Sustentação teórico-prática dos componentes do ambiente interno do artefato desenvolvido.....	295
Quadro 60 – Sustentação prática e teórica do artefato final	300
Quadro 61 – Unidades de significado de entrevistas com docentes.....	321
Quadro 62 – Unidades de significado de entrevistas com estudantes brasileiros	338

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aspectos teóricos para difusão de IF e EF	121
Tabela 2 – Valores atribuídos às premissas de educação de IF e EF	130
Tabela 3 – Resultados do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney	131
Tabela 4 – Resultados da estatística do Qui-quadrado: relação perfil do respondente e abordagens teórico-práticas para disseminação de IF e EF	132
Tabela 5 – Resultados da estatística do Qui-quadrado: perfil dos respondentes e processo empreendedor frugal.....	132
Tabela 6 – Etapas, atividades ou ferramentas preferidas pelos estudantes	202
Tabela 7 – Competências que os estudantes conseguiram desenvolver durante o experimento	210

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABET - *Accreditation Board for Engineering and Technology.*
ADF - Abordagens de Design Frugal.
ADR - *Action Design Research.*
ABE - Aprendizagem Baseada em Equipes.
ABJ - Aprendizagem Baseada em Jogos.
ABD - Aprendizagem Baseada em Problemas ou Desafios.
ABP - Aprendizagem Baseada em Projetos.
ASE - *Área de Síntesis y Evaluación.*
AUSJAL - *Asociación de Universidades Jesuítas.*
BoP - Base da Pirâmide.
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CEBRAP - Centro Brasileiro de Análise e Planejamento.
CEDEM USB Cali - *Centro de Desarrollo Empresarial de la Universidad de San Buenaventura Cali.*
CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe.
CEP/UFMG - Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais.
CFC - *Comisión de Formación de Capacidades.*
CNS - Conselho Nacional de Saúde.
DEP/UFMG - Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais.
DCC - Design Centrado na Cultura.
DCNs de Engenharia - Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.
DCU - Design Centrado no Usuário.
DIY - *Do It Yourself.*
DfS - *Design for Sustainability.*
DFM - Design para Manufatura.
DFMEA - Análise dos efeitos e modos de falha do projeto.
DNPf - Desenvolvimento de Novos Produtos Frugais.
D4IF - Design para Inovação Frugal.
DSR - *Design Science Research.*
EC - Economia Circular.
EF - Empreendedorismo Frugal.
EFC - Empreendedorismo Frugal Corporativo.
EFB - Empreendedorismo Frugal de Base.
EICIS/UFMG - Grupo de Pesquisa em Empreendedorismo, Inovação, Conhecimento, Inteligência e Sustentabilidade.
ENEDS - Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social.
ERIC - *Educational Resources Information Center*
ETE - Estação Ecológica de Tratamento de Águas Residuais.
Frugal-IDeM - *Integrated Design Methodology for designing frugal innovations for the BOP.*
HCD - *Human-Centered Design.*
HIP - *Home Infotainment Platform.*
IAJU - *International Association of Jesuit Universities.*
IE - Indicadores Educacionais.
IB - Inovação de Base.
IBoP - Inovação da Base da Pirâmide.

IF - Inovação Frugal.
IFC - Inovação Frugal Corporativa.
IFB - Inovação Frugal de Base.
IJ - Inovação *Jugaad*.
IS - Inovação Social.
LIDEP/UFMG - Laboratório Integrado de Design e Engenharia do Produto da Universidade Federal de Minas Gerais.
Lo-TEK - *Low-tech Innovation*.
MOOC - *Massive Open Online Courses*.
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
OKRs - *Objectives and Key Results*.
ONU - Organização das Nações Unidas.
ONGs - Organizações não Governamentais.
PA - Pesquisa-Ação.
PAP - Pesquisa-Ação Participativa.
PL - Pedagogia da Libertação.
PHC - Pedagogia Histórico-Crítica.
POEMS - Estrutura Pessoas, Objetos, Ambientes, Mensagens e Serviços.
PP - Pesquisa Participativa.
PPGIT/UFMG - Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Minas Gerais.
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.
PSS - *Product-Service System*.
Programa Incluir UFMG - Programa de Extensão Social e Cidadã da Universidade Federal de Minas Gerais.
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento.
REBRIF - Rede Brasileira de Inovação Frugal.
RELIF - *Red Latinoamericana de Innovación Frugal*.
RM - *Ranking* Médio.
STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*.
TA - Tecnologias Apropriadas.
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
TICs - Tecnologias da Informação e Comunicações.
TRL - *Technology Readiness Level*.
TRIZ - Teoria da Resolução de Problemas Inventivos.
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais.
UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância.
USB Cali - *Universidad de San Buenaventura Cali*.
VCL - Veículo Comercial Leve.
WEF - *World Economic Forum*.
WIPO - *World Intellectual Property Organization*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
1.1 Contextualização e relevância do estudo	22
2 REVISÃO PRELIMINAR DA LITERATURA	30
2.1 Inovação Frugal	30
2.1.1 Origem e conceito	30
2.1.2 Inovação Frugal e inovações relacionadas	33
2.1.3 Características da Inovação Frugal	42
2.1.4 Critérios-chave da Inovação Frugal	45
2.1.4.1 Redução substancial de custos	45
2.1.4.2 Concentração nas principais funcionalidades	46
2.1.4.3 Nível otimizado de desempenho	48
2.1.5 Casos de Inovação Frugal	51
2.2 Empreendedorismo Frugal	53
2.2.1 Origem e conceito	53
2.2.2 Categorias e casos de Empreendedorismo Frugal	55
2.2.3 Aspectos teóricos sobre inovação e empreendedorismo frugais	63
3 MATERIAIS E MÉTODOS	66
3.1 Percurso da pesquisa: descrição e justificativas	66
3.1.1 Etapa 1 – Identificação do problema	71
3.1.2 Etapa 2 – Conscientização do problema	72
3.1.2.1 Bibliografia sobre diretrizes de educação frugal e Abordagens de Design Frugal	72
3.1.2.2 <i>Survey</i>	74
3.1.2.3 Entrevistas semiestruturadas com docentes	76
3.1.3 Etapa 3 – Sugestão de artefato	77
3.1.4 Etapa 4 – Desenvolvimento do artefato	79
3.1.5 Etapa 5 – Avaliação do artefato	80
3.1.6 Etapa 6 – Conclusão do artefato	83
3.1.7 Etapa 7 – Considerações finais	84
4 RESULTADOS	85
4.1 Conscientização do problema	85
4.1.1 Resultados da revisão bibliográfica sobre educação frugal	85
4.1.2 Resultados da revisão bibliográfica sobre Abordagens de Design Frugal	100
4.1.2.1 Definindo inovação e empreendedorismo frugais sob a ótica das ADF	113
4.1.3 Resultados do <i>survey</i>	117
4.1.3.1 Estatística descritiva	117
4.1.3.1.1 Análise das relações entre variáveis com Teste Wilcoxon-Mann-Whitney e Qui-quadrado	131
4.1.3.2 Síntese dos resultados do <i>survey</i>	133
4.1.4 Resultados das entrevistas semiestruturadas com docentes	135
4.1.4.1 Perfil dos respondentes	135
4.1.4.2 Categorias e descrição	136
4.1.4.3 Síntese e discussão conclusiva das categorias	172
4.2 Sugestão do artefato	174
4.2.1 Primeira sugestão de artefato	175
4.2.1.1 Resultados da aplicação da sugestão de artefato 1	179

4.2.2 Segunda sugestão de artefato.....	184
4.3 Desenvolvimento do artefato.....	187
4.3.1 Proposta de artefato	187
4.4 Avaliação do artefato.....	189
4.4.1 Perfil dos respondentes.....	189
4.4.2 Categorias e descrição	190
4.5 Conclusão do artefato	214
4.5.1 Discussão dos resultados do processo de avaliação do artefato	214
4.5.2 Artefato final: estrutura e componentes	220
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	234
REFERÊNCIAS	240
APÊNDICE A – Quadros, figuras, tabelas e gráficos complementares do trabalho	274
APÊNDICE B – Componentes do ambiente interno do artefato desenvolvido para o caso brasileiro.....	277
APÊNDICE C – Sustentação teórico-prática artefato 1	286
APÊNDICE D – Sustentação teórico-prática artefato 2	290
APÊNDICE E – Sustentação teórico-prática do artefato desenvolvido	295
APÊNDICE F – Sustentação teórico-prática do artefato final.....	300
APÊNDICE G – Roteiro do <i>survey</i> (versão português)	303
APÊNDICE H – Roteiro para docentes da RELIF, da REBRIF ou com conexão.....	309
APÊNDICE I – Roteiro de entrevista semiestruturada para estudantes da USB Cali..	310
APÊNDICE J – Roteiros de entrevistas semiestruturadas para estudantes da Escola de Engenharia	311
APÊNDICE K – Roteiros de entrevistas semiestruturadas para estudantes do Programa Incluir UFMG	313
APÊNDICE L – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para docentes.....	315
APÊNDICE M – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para estudantes da Escola de Engenharia.	317
APÊNDICE N – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para estudantes do Programa Incluir UFMG.....	319
APÊNDICE O – Unidades de significado de entrevistas com docentes.....	321
APÊNDICE P – Unidades de significado de entrevistas com estudantes brasileiros.....	338

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e relevância do estudo

A escassez de recursos financeiros, materiais e institucionais, somadas às tensões geopolíticas, desigualdades sociais e devastação ambiental da última década (Agarwal *et al.* 2017; Brem, 2017; Winkler *et al.*, 2020), têm provocado progressivos desafios coletivos, aumentando a polaridade entre países em desenvolvimento (dependentes e seguidores da tecnologia) e países desenvolvidos (independentes e produtores da tecnologia) (Ratten, 2019). Entretanto, empreendedores e organizações, dos mais diversos portes e oriundos de cenários com restrições, têm se esforçado para promover e criar soluções direcionadas aos problemas que as nações enfrentam.

Graças a isso, novas formas de inovação com objetivos explícitos de uso eficiente de recursos locais, desenvolvimento inclusivo e justiça socioambiental, têm ganhado destaque como alternativas para suprir deficiências e lacunas não abrangidas pelas inovações tradicionais voltadas ao mercado (Pastor Pérez; Balbinot, 2021; Hossain; Sarkar, 2023). A Inovação Frugal (IF) sobressai entre essas inovações como uma estratégia que incentiva a conjugação de aspectos econômicos, socioculturais, históricos e naturais para criação de benefícios compartilhados, com potencial de atendimento às demandas mundiais de sustentabilidade (Tiwari; Herstatt, 2012a; Weyrauch; Herstatt, 2017; Schleinkofer; Herrmann; Bauernhansl, 2019; Schleinkofer; Moz; Bauernhansl; Lang, 2019; De Waal, 2016; Pisoni *et al.*, 2018; Fernando *et al.*, 2019; El-Kassar; Singh, 2019).

A IF consiste em uma série de atividades colaborativas que permite o redesenho e/ou reconfiguração de produtos, serviços, sistemas e práticas operacionais existentes, com uso mínimo de recursos, a fim de entregar valor para mais pessoas. Weyrauch e Herstatt (2017) ressaltam três critérios-chave que definem a IF: (i) redução substancial de custos de aquisição, utilização e/ou manutenção, de no mínimo 30%; (ii) concentração nas principais funcionalidades; e (iii) otimização do desempenho. O objetivo principal dessa inovação está relacionado ao desempenho socioeconômico, e pode resultar em um efeito positivo ao desempenho ambiental, ao empregar menos insumos, por meio de reciclagem, atividades verdes e gestão de resíduos (Hossain, 2020).

Para Bhatti *et al.* (2018), a IF envolve diversos meios e fins para fazer mais com menos. Logo, ela exige uma ampla coordenação e redirecionamento de atividades de projeção, desenvolvimento, distribuição, marketing e manutenção para explorar oportunidades de

inovação sobre extremas restrições de recursos (Brem; Wolfram, 2014; Soni; Krishnan, 2014). Conforme Ratten (2019), essas atividades possuem relação com o empreendedorismo, ao fomentar a criação de novos mercados, por meio de modelos de negócios inclusivos, alinhados às preferências dos usuários, especialmente de cidadãos menos favorecidos social, cultural e economicamente (Hossain; Sarkar, 2023; Hossain, 2018).

Particularmente, o campo teórico da IF tem sido associado ao processo empreendedor, por meio da aplicação de suas características, com o intuito de atender a territórios com diferentes estruturas logísticas e sociotécnicas (Ma *et al.*, 2015). Essa associação teórico-prática é denominada de Empreendedorismo Frugal (EF) e consiste em uma dinâmica cooperativa que valoriza infraestrutura, habilidades, recursos e atividades produtivas locais, bem como comunidades em vulnerabilidade, também chamadas de Base da Pirâmide (BoP)¹, para desenhar, produzir e disseminar uma ou mais inovações frugais (Angot; Plé, 2015; Chliova; Ringov, 2017; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, 2022; Dabić *et al.*, 2022; Hossain, 2016, 2018, 2020, 2022; Sharma; Iyer, 2012; Hossain *et al.*, 2016; 2018; Hossain; Sarkar, 2023).

A dinâmica de design de IF e EF têm sido abordada por Instituições de Ensino Superior (IES) em diversos países. A literatura destaca dezesseis IES que, desde 2012, realizam atividades para difusão do valor frugal: (a) Estados Unidos – *Stanford University, Santa Clara University, Arizona State University e Massachusetts Technological Institute*; (b) Países Baixos – *Leiden University, University of Delft of Technology e Erasmus University Rotterdam*; (c) Dinamarca – *Copenhagen Institute for Interaction Design*; (d) Inglaterra – *University of Cambridge*; (f) Alemanha – *Hamburg University of Technology, Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO e Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation IPA*; (g) Índia – *Indian Institute of Technology Bombay*; (h) Singapura – *National University of Singapore*; (i) Malásia – *Universiti Malaysia Sarawak*; e (j) Uganda – *Mbarara University of Science and Technology* (European Commission, 2017a; O'Neill *et al.*, 2012; Wohlfart *et al.*, 2018; Obungoloch *et al.*, 2023).

Essas instituições promovem o desenvolvimento de soluções em setores como agricultura, saúde, moradia e educação, para atender às necessidades específicas da BoP. Dentre os vários casos de êxito que ressaltam as contribuições da IF e do EF em espaços educacionais, destacam-se: (i) *Stanford University* – sistema para processamento de cacau em uma comunidade de Belize e microscópio de papel inspirado em origami de baixo custo; (ii) *Leiden*

¹ De acordo com o Banco Mundial (2018), a BoP constitui em cerca de 3,4 bilhões de pessoas no mundo vivendo com menos de US\$3,20 por dia para satisfazer as necessidades básicas.

University, *University of Delft of Technology*, *Erasmus University Rotterdam* e *Mbarara University of Science and Technology* – rede de monitoramento de baixo custo que acompanha as alterações climáticas na África subsaariana e sistema de ressonância magnética para zonas rurais de Uganda; (iii) *Copenhagen Institute for Interaction Design* – estação de rádio comunitária de baixo custo para melhorar a comunicação e a educação nos países pobres; (iv) *Santa Clara University* – sensor de papel que detecta a presença de *E. coli* em leite materno humano doado; (v) *Hamburg University of Technology* – colheitadeiras baratas, robustas e fáceis de usar para agricultores indianos; (vi) *Indian Institutes of Technology* – sistema de dessalinização de água para uma aldeia indiana, alimentada por energia solar; e (v) *Universiti Malaysia Sarawak* – laboratório lúdico móvel para comunidades rurais malaias, a partir de um ônibus universitário dilapidado (Wohlfart *et al.*, 2018; Jackson *et al.*, 2020; Tan *et al.*, 2023; Masters, 2024; Obungoloch *et al.*, 2023).

Os casos mencionados colocam a IF e o EF como alternativas para promover um ambiente acadêmico mais sensível às necessidades e aos símbolos regionais dos territórios, sendo uma via para abrir o leque de atuação das universidades em tópicos de inclusão e responsabilidade sociocultural (Masters, 2024; Bhattacharjya *et al.*, 2023; Fischer *et al.*, 2020; Manishimwe *et al.*, 2024; Molina; Cuevas, 2018; Ojo *et al.*, 2023). Entretanto, sua contribuição continua sendo principalmente debatida na Europa, América do Norte, África e Ásia (Sacanamboy-Trujillo; Rodríguez-Orejuela, 2025), demarcando uma sub-representação na literatura acerca do papel das IES latino-americanas como geradoras e difusoras desse tipo de inovação e empreendedorismo.

Em nações como o Brasil, a pesquisa sobre IF e EF ainda é incipiente, mas extremamente necessária, uma vez que o país possui muitas comunidades da BoP e diversas problemáticas latentes em seu extenso espaço territorial (Pedroso *et al.*, 2023). De acordo com o Centro Brasileiro de Análise e Planejamento – CEBRAP (2024), a percepção de forte desigualdade étnico-raciais e de gênero é persistente e exige revisão prioritária para a redução das brechas entre os mais ricos e os mais pobres. No “2024 Relatório do Observatório Brasileiro das Desigualdades” sinaliza-se que as pessoas com raça e cor da pele declarada preta ou parda enfrentam maiores dificuldades para se escolarizar, ocupar melhores posições no mercado de trabalho, habitar moradias dignas e reduzir a exposição à violência.

Dentre as principais porcentagens que confirmam as desigualdades sociais no contexto brasileiro, têm-se: (a) 76,07% das mulheres negras vivem em condições de habitação precária; (b) 66% dos homens negros continuam apresentando exclusão do sistema educacional; (c) 78% das vítimas de assassinato são negras e 44% delas têm entre 18 e 29 anos; e (c) aumento de

13,9% na proporção de crianças indígenas sofrendo com desnutrição. Essas circunstâncias convocam reflexões sobre ações que permitam mudar o panorama atual. Conforme a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – CEPAL (2024), é imperioso estabelecer atividades pedagógicas capazes de equalizar os interesses do mercado e os valores de cidadania e cultura, para solucionar os desafios evidentes.

Na literatura, o processo de formação acadêmica orientado por princípios frugais é denominado “educação frugal” e trata-se de atividades educacionais que incentivam a geração de soluções ancoradas em rotinas idiossincráticas e recursos locais para resolver problemáticas reais (Mergaliyeva, 2020; O’Neill *et al.*, 2012; Arnab, 2020; Arnab *et al.*, 2021). Alguns textos conferem características para essas atividades, quais sejam: criatividade, recursividade, resiliência, cooperação e sustentabilidade; destacando-as como práticas didáticas e projetuais para capacitação de indivíduos mais empáticos, críticos e autônomos (e.g., Zwarthoed, 2015; Masters, 2024; Jackson *et al.*, 2020; Radjou *et al.*, 2012; Ojo *et al.*, 2023).

Quanto às estratégias-chave utilizadas na educação frugal, têm-se: (a) compreensão das características territoriais do contexto, por meio de entrevistas e visitas de campo; (b) realização de treinamentos que integralizam conhecimentos de diferentes áreas; (c) engajamento de estudantes, professores e pesquisadores em projetos tecnológicos e humanitários, a partir de parcerias e programas sociais locais, nacionais e internacionais; e (d) disponibilização de espaços físicos que permitam o desenho, a experimentação e o desenvolvimento de produtos e serviços, com ênfase no impacto social, ambiental e econômico (European Commission, 2017a; O’Neill *et al.*, 2012; Wohlfart *et al.*, 2018; Masters, 2024).

Embora o campo de estudo apresente trabalhos sobre esse tipo de educação, a maior parte das pesquisas se centram em discussões teóricas sobre construtos específicos (e.g., Lockridge, 2019; Arnab, 2020; Arnab *et al.*, 2021) ou em metodologias aplicadas para desenvolvimento de artefatos frugais, sem delimitar explicitamente o conjunto de etapas e ferramentas que devem ser empregadas para proposição dessas soluções com participação envolvente de comunidades de baixos recursos ou em vulnerabilidade. Por exemplo, pesquisadores (e.g., Masters, 2020, 2024; Shah; Calonge, 2019; Ahuja, 2014; De Waal; Maritz, 2022) propõem elementos-chave e métodos que auxiliam na projeção de produtos pedagógicos e científicos frugais que permitem entrelaçar aspectos sociotécnicos, etnográficos e ambientais. Outros autores (e.g., Woo; Hew, 2017) enfatizam práticas para ensino da IF ou focam em atividades de diagnóstico de um problema ou de uma população, sem considerar a interação com a BoP, dentro da universidade, para aproveitar seus conhecimentos em processos de criação (e.g., O’Neill *et al.*, 2012; Molina; Cuevas, 2018).

No âmbito relativo ao projeto de produto, mais precisamente das abordagens voltadas ao desenvolvimento de soluções frugais, existem diversas perspectivas que têm ganhado espaço ao permitir a concepção de iniciativas junto às pessoas para quem se está projetando. Diversos estudiosos (e.g., Upadhyay e Punekar, 2023, Castillo *et al.*, 2012; Whitney; Kelkar, 2004; Mattson; Wood, 2014, Cadeddu *et al.*, 2019; Wohlfart *et al.*, 2018; Rao, 2013; Jagtap, 2021), têm utilizado essas abordagens colaborativas, sob o nome de “Abordagens de Design Frugal” (ADF), para identificar problemas e, a partir deles, propor reformas/adaptações em bens existentes. Em cenários universitários, essas ferramentas têm sido aproveitadas em dinâmicas de pesquisa com o intuito de gerar artefatos mais convenientes para a BoP local (e.g., Brem *et al.*, 2020; Pedroso *et al.*, 2023).

Em contrapartida, a sua aplicação em IES de países em desenvolvimento, como o território brasileiro, continua sendo um desafio, pois é limitada a análise de como deve ser realizado dito processo com participação ativa dos usuários. Conforme Puri *et al.* (2004), Winschiers (2006) e Winschiers-Theophilus *et al.* (2012), utilizar abordagens de Design demanda adequações profundas às tradições e às práticas socioculturais para atender ao *ethos* da comunidade envolvida. Seguindo essas argumentações e entendendo as ADF como caminhos que podem auxiliar no processo criativo e pedagógico frugal em âmbitos universitários, é imperativo identificar a sequência de passos e táticas que, concatenados, permitem a sua aplicação efetiva em pesquisas de campo.

Com o recorrido anteriormente, observa-se que há carência de uma metodologia, composta por mecanismos pedagógicos e de desenvolvimento de projeto, que elucide o processo educacional em inovação e empreendedorismo frugais, como um todo, em que a confluência de conhecimentos entre a academia e as comunidades brasileiras seja um fator significativo para a coprodução de valor, em *prol* das necessidades e dos traços identitários que caracterizam cada região. Essa lacuna na literatura é a principal preocupação deste estudo.

À luz desses argumentos, a intenção central da presente pesquisa é entender, na prática: *como aplicar estratégias de educação frugal e ADF, com participação da BoP local, de modo a ilustrar um fluxo de educação em inovação e empreendedorismo frugais adequado para um caso universitário brasileiro?*

A inter-relação entre diversos atores da sociedade, objetos, métodos, processos, ideias, emoções e o contexto deve ser considerada na exploração do processo de geração de soluções frugais (Upadhyay; Punekar, 2023; Castillo *et al.*, 2012; Whitney; Kelkar, 2004; Mattson; Wood, 2014, Jagtap, 2021; O'Neill *et al.*, 2012). Consequentemente, parte-se da premissa de que uma abordagem metodologia, de caráter didático, que permita integrar estratégias de

educação frugal e ADF, junto a indivíduos de comunidades é necessária para alcançar uma análise mais abrangente do tema e congruente com os propósitos da inovação e do empreendedorismo frugais: entregar valor para mais pessoas.

Por conseguinte, este trabalho teve como objetivo principal desenvolver e estabelecer um *framework* que represente e auxilie o processo de educação em IF e EF em contextos universitários brasileiros. Para atender esse propósito, foram endossados os seguintes objetivos específicos: (i) examinar preceitos que norteiam práticas de educação frugal e de desenvolvimento de projeto com enfoque frugal; (ii) selecionar e incorporar estratégias de educação frugal e ADF ao processo educacional em IF e EF de um caso universitário brasileiro; e (iii) elaborar considerações sobre os benefícios e as ressalvas à aplicação e à consolidação da abordagem proposta.

Utilizaram-se as metodologias da *Design Science Research* (DSR) e da Pesquisa-Ação Participativa (PAP) para integrar investigação, educação e participação comunitária. A DSR consiste em um paradigma epistemológico que integra Design e Engenharia, com o intuito de guiar pesquisas orientadas à projeção e/ou implementação de artefatos suficientemente adequados para o contexto em estudo (March; Smith, 1995; Hevner *et al.*, 2004; Manson, 2006; Järvinen, 2007; Chakrabarti, 2010; Dresch *et al.*, 2015). Neste trabalho, foi empregada como base para determinar a trajetória metodológica de design, desenvolvimento, avaliação e estabelecimento do *framework*.

A PAP é uma abordagem metodológica social, derivada da Pesquisa-Ação (PA), que permite o *codesign* de planos de ação participativos, com vistas ao desenvolvimento de novos produtos, importantes ao grupo social investigado (Novaes; Gil, 2009; Wimpenny, 2013; Velásquez *et al.*, 2021; Perz *et al.*, 2022). Neste estudo, foi utilizada para identificar e validar novas ideias em situações reais, com o cuidado e a empatia necessários para fomentar uma conexão objetiva, neutral e respeitosa com a BoP local. Assim, a PAP foi aproveitada como especificadora da forma de condução do trabalho realizado com o caminho metodológico da DSR.

Assim, foram utilizadas sete etapas do DSR – (i) identificação do problema; (ii) conscientização do problema; (iii) sugestão do artefato; (iv) desenvolvimento do artefato; (v) avaliação do artefato; (vi) conclusão do artefato; e (vii) considerações finais – (Dresch *et al.*, 2015), e aplicados 3 critérios de avaliação, fundamentados na PAP – (a) viabilidade do artefato, (b) aceitação do artefato; e (c) validade do artefato – (Alturki *et al.*, 2011; Hevner, 2007; Wieringa, 2014; Pimentel *et al.* 2020; Thiollent, 2005; Kindon *et al.*, 2007; Fals-Borda, 1981, 2001), que permitam estruturar e manter o rigor do estudo.

No capítulo 2, são apresentadas algumas definições, características e categorias sobre IF e EF encontradas no levantamento bibliográfico de mais de 250 documentos. Esse capítulo tem importância já que permitiu traçar distinções com outras formas de inovação e empreendedorismo. Para construção de metodologias na área de educação, uma revisão qualitativa da literatura (tipo narrativa) é essencial. Ela permite mapear temáticas recorrentes, apontar novas perspectivas e constituir orientações de práticas para definição dos parâmetros educacionais (Rother, 2007).

A metodologia desenhada para toda a pesquisa está minuciada no capítulo 3, onde se destacam etapas, estratégias, técnicas e critérios de avaliação utilizados durante o estudo. O capítulo 4 se concentra em apresentar, respectivamente, os resultados das informações obtidas na condução da pesquisa – discussão de 33 publicações sobre educação frugal e ADF, *survey*, entrevistas semiestruturadas com docentes, experimentos colaborativos e entrevistas semiestruturadas com estudantes universitários e indivíduos da BoP –, cuja análise deu-se por meio de diversas técnicas: análise descritiva qualitativa (Vergara, 2000; Gil, 2010), estatística descritiva, teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, estatística do Qui-quadrado (Mann, 2006; Marôco, 2010), e análise de conteúdo (Bardin, 2016). Os achados foram essenciais para fundamentação e representação de um *framework* adequado para um caso brasileiro.

Por fim, o capítulo 5 descreve as considerações finais, contendo as contribuições constatadas e as limitações encontradas durante o processo de pesquisa. São descritas, também nesse capítulo, as sugestões de futuros estudos. Completa esta tese um conjunto de referências e Apêndices que deram suporte teórico-prático ao trabalho.

A contribuição dos resultados desta pesquisa consiste em sintetizar um processo pertinente à educação de inovação e empreendedorismo frugais, que possa facilitar a geração de soluções e modelos de negócios frugais, no âmbito universitário brasileiro. Conceber caminhos para disseminação de IF e EF em IES, em que a participação da sociedade civil é fundamental, pode contribuir para uma maior efetividade das iniciativas acadêmicas na resolução de problemáticas reais, bem como ressaltar o papel das universidades como agentes que promovem o bem-estar das populações que as cercam.

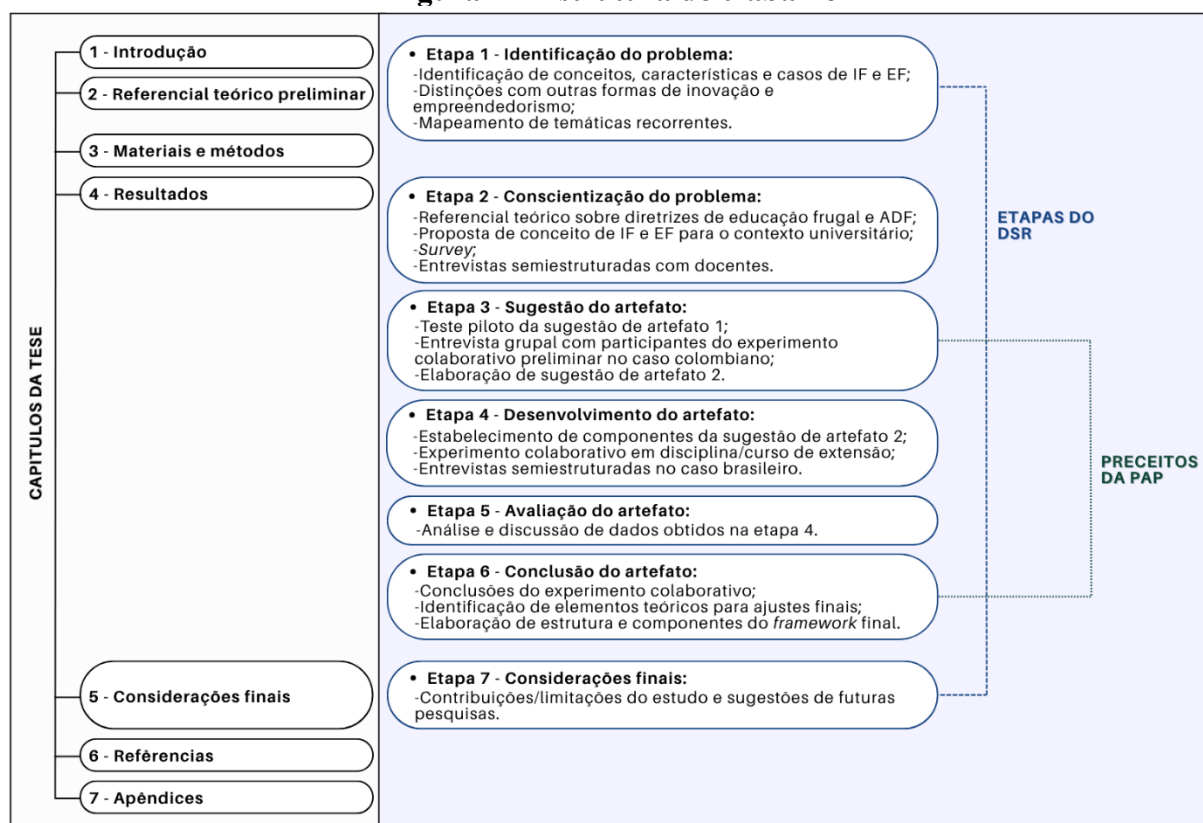
O estudo complementa a literatura sobre inovação e empreendedorismo frugais, ao propor um conceito da temática para o contexto acadêmico (subseção 4.1.2.1), bem como um recurso visual que apresenta seu processo educacional, por meio de dois ciclos guiados pela Pedagogia Histórico-Crítica – PHC (subseção 4.5.2). Ditas propostas, resultantes da revisão da literatura e da pesquisa empírica, podem servir de referência para pesquisadores e docentes brasileiros que buscam não só identificar desafios locais latentes, como também promover um

espaço de interação e reflexão onde conhecimentos, habilidades e repertórios socioculturais são tratados como fontes de desenvolvimento local, por meio do valor frugal.

Ademais, o estudo contribui com informações para planejamento curricular, já que estabelece competências, critérios de avaliação e níveis de desempenho adequados aos participantes do processo pedagógico em IF e EF. Essa contribuição serve como guia útil para verificar e conhecer as capacidades esperadas que os estudantes adquiram após o uso do *framework*, ajudando a instituições e demais interessados a entenderem os objetivos de aprendizagem para a área de estudo. Espera-se que os resultados incentivem a disseminação do enfoque frugal em outras disciplinas que fazem parte da grade curricular universitária, com articulação de ensino-pesquisa-extensão.

A Figura 1 expõe os componentes da tese.

Figura 1 – Estrutura do trabalho



Fonte: Elaborada pela autora.

2 REVISÃO PRELIMINAR DA LITERATURA

2.1 Inovação Frugal

2.1.1 Origem e conceito

Em 1960 e 1970, em um contexto marcado pela primeira crise do petróleo, aumento do desemprego e crescente conscientização sobre os problemas ambientais, diversas concepções tecnológicas, denominadas como Tecnologias Apropriadas (TA), foram desenvolvidas como alternativas à dependência de nações avançadas na pós-guerra (Rodrigues; Barbieri, 2008; Rana, 2021). Para Dagnino *et al.* (2004), seu surgimento foi dado na Índia do século XIX, onde, segundo os autores “o pensamento dos reformadores daquela sociedade estava voltado para a reabilitação e o desenvolvimento das tecnologias tradicionais, praticadas em suas aldeias, como estratégia de luta contra o domínio britânico” (p. 74).

De acordo com Rana (2021), esse pensamento foi difundido por Mahatma Gandhi, que entendia a tecnologia e a produção local, fundamentalmente em comunidades rurais, como elemento-chave no movimento de independência e autossuficiência nacional (Bound; Thornton, 2012). Os ensinamentos de Gandhi influenciaram a Victor Papanek (1972)², Ernst Friedrich Schumacher (1973) e Everett Rogers (1983)³, na projeção de artefatos destinados para usuários de baixa renda. Na visão desses pesquisadores, a tecnologia em economias em desenvolvimento deve ser menos complicada, menos demorada e menos cara, sem sacrificar o valor percebido pelo usuário (Bhatti, 2012; Rao, 2013; Juma; Yee-Cheong, 2005).

Especificamente, o economista Schumacher (1973), com seu livro “*Small is beautiful: A study of economics as if people mattered*” e com sua organização, *Intermediate Technology Development Group*, ajudou a disseminar o desenvolvimento de tecnologias descentralizadas, intensivas em mão de obra e ecologicamente corretas (Sianipar *et al.*, 2013; Bound; Thornton, 2012). Conforme o autor, as TA, também chamadas de tecnologias intermediárias, promovem a utilização do conhecimento local como fonte de criação de sistemas de produção e até mesmo

² Victor Papanek, austríaco-americano, é considerado um guru da economia alternativa e do Design Progressivo. Foi pioneiro no Design Social, anticorporativismo e sustentabilidade ambiental. Sua publicação “*Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*” é considerada a precursora do Design para a BoP.

³ Rogers (1983) aportou grandes contribuições sobre a transferência de inovações em áreas rurais. Seu trabalho mais conhecido é o livro “*Diffusion of Innovations*” que aponta o imperativo de incluir as dimensões sociopsicológicas na geração e na difusão da inovação (Martinez-Brawley, 1994).

cadeias de valor inteiras, lideradas e adaptadas às necessidades de populações carentes de países em desenvolvimento (Thomas *et al.*, 2015).

Esse movimento tecnológico, segundo Rodrigues e Barbieri (2008), perdeu força na década de 1980 diante dos processos de globalização da economia, quando se intensificaram as atividades de reestruturação industrial, colocando seus atributos técnicos como sinônimo de tecnologia atrasada, em comparação com os avanços sistemáticos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) daquela época. Porém, as sequelas de exclusão social e degradação ambiental, resultantes da árdua competitividade entre países, regiões e empresas, contribuíram para que o movimento ressurgisse, sob a denominação de Tecnologia Social. Essa tecnologia consiste em produtos, serviços, técnicas e metodologias, desenvolvidas de modo coletivo para promover o empoderamento social, ao colocarem os usuários como coprodutores.

De acordo com Rana (2021), a IF tem suas origens nessa tecnologia que, conforme Thomas *et al.* (2015), é influenciada pelos debates voltados às novas políticas sociais para o desenvolvimento no século XX. Os primeiros trabalhos sobre essa inovação deram ênfase às habilidades utilizadas por líderes comunitários, pertencentes à BoP, em criar produtos e serviços econômicos, simples e apropriados às necessidades dos consumidores em ambientes com restrições de recursos (Radjou, 2017; Koerich; Cancellier, 2019; Radjou; Prabhu, 2015). Posteriormente, conforme indicado por Brem (2017), as soluções frugais começaram a ganhar mais destaque em outros cenários geográficos e institucionais.

Com a reportagem especial realizada em 2010 pela revista *The Economist*, intitulada “*First break all the rules: The charms of frugal innovation*”, o termo *Frugal* e seu potencial transformador se popularizaram chamando a atenção de diversas empresas de nações desenvolvidas. Com isso, organizações começaram a realizar esforços no desenvolvimento desse tipo de inovação, dando visibilidade a populações da BoP, como um nicho de mercado consumidor capaz de ampliar suas vendas (Prahalad; Hammond, 2002; Wohlfart *et al.*, 2016).

A IF pode ser considerada como inovadora tanto no resultado, quanto no processo e na difusão, sendo capaz de criar novos mercados (Brem; Wolfram, 2014; Soni; Krishnan, 2014). Essa condição exige dela uma ampla coordenação e redirecionamento de atividades de projeção, desenvolvimento, distribuição, marketing e manutenção para regiões com diferentes estruturas logísticas (Ratten, 2019). Para tal, a IF resgata o *know-how* sociocultural, próprio do perfil dos usuários e seus cenários, assim como as diversas formas de fornecimento local, por meio de modelos de negócios inclusivos em ambientes com restrição de recursos (Zeschky *et al.*, 2014; Bhatti, 2012; Rao, 2013; Hyvärinen *et al.*, 2016). Nesse sentido, as inovações frugais não visam apenas entregar produtos/serviços mais baratos, mas também apropriados às

necessidades dos consumidores, aproveitando criativamente os recursos disponíveis localmente e integrando-os a tecnologias existentes (Radjou, 2017). A literatura da área apresenta diversos conceitos da IF. No Quadro 1, apresenta-se uma compilação das definições mais citadas.

Quadro 1 – Síntese de definições conceituais da IF

Conceitos	Autores
Construto multidimensional composto por acessibilidade, simplicidade, qualidade, sustentabilidade, resiliência e apoio à gestão.	Farooq (2017).
Nova filosofia de gestão, que integra necessidades específicas dos mercados da BoP como ponto de partida para desenvolver soluções apropriadas.	Gupta V. P. (2011).
A capacidade de fazer mais com menos. Cria significativamente mais valor comercial e social, minimizando o uso de recursos decrescentes, como energia, capital e tempo.	Radjou <i>et al.</i> (2015).
Processos sistemáticos de inovação que foram adotados para desenvolver produtos de alta tecnologia a baixo custo, para economias subdesenvolvidas e em desenvolvimento. São exigentes em termos de características dos produtos e/ou serviços oferecidos, mas também exigentes, em termos de preço.	Ojha (2014).
Soluções com sofisticação, sustentabilidade e orientação para o mercado emergente.	Brem e Wolfram (2014).
Inovações que atingem clientes em qualquer segmento da pirâmide econômica.	Koerich e Cancellier (2019).
Trata de uma combinação de criatividade, inovação e capacidades de negócios para criar valor, por meio de soluções mais simples e econômicas em condições de escassez de recursos.	Ratten (2019).
Soluções decorrentes da escassez de recursos. Utilizam recursos limitados para atender às necessidades dos clientes de baixa renda.	Sharma e Iyer (2012).
Inovações projetadas especificamente para consumidores com recursos limitados em mercados emergentes, utilizando novas plataformas de tecnologia e arquiteturas de produto, que permitem projetar produtos ou serviços com novidade técnica e de mercado.	Zeschky <i>et al.</i> (2011, 2014).
Nova solução, geralmente um produto que é produzido por meio de um novo processo repensado (comparado aos processos convencionais de inovação).	Albert (2019).
Produtos novos ou significativamente melhorados (tanto bens como serviços), processos ou métodos de marketing e organizacionais que buscam minimizar o uso de recursos materiais e financeiros em toda a cadeia de valor (desenvolvimento, fabricação, distribuição, consumo e descarte), com o objetivo de reduzir significativamente o custo total de propriedade e/ou uso, cumprindo ou mesmo excedendo certos critérios pré-definidos de padrões de qualidade aceitáveis.	Tiwari e Herstatt (2014).
É uma combinação inventiva de conhecimentos e tecnologias existentes para resolver problemas locais urgentes.	Radjou e Prabhu (2015).
Processo de adaptação de bens e suas produções, apropriado às necessidades dos clientes-alvo.	Colledani <i>et al.</i> (2016).
Inovação que abarca pelo menos três categorias: redução substancial de custos, concentração nas funcionalidades principais e nível de desempenho otimizado.	Weyrauch e Herstatt (2017).
Processo de inovação que atinge o objetivo desejado com meios econômicos suficientemente bons.	Soni e Krishnan (2014).
Processo de inovação em design que coloca em primeiro lugar as necessidades e o contexto dos cidadãos de países em desenvolvimento, a fim de desenvolver serviços e produtos apropriados, adaptáveis e acessíveis.	Basu <i>et al.</i> (2013).
Reconfiguração de produtos, serviços ou sistemas existentes para cortar custos significativamente, sem sacrificar o valor para o usuário, de modo a atingir uma base de clientes em massa, especialmente em ambientes de baixa renda. As inovações frugais têm muito a oferecer para o desenvolvimento sustentável.	Rao (2013).
Abordagem inclusiva da inovação que maximiza o valor para clientes, acionistas e sociedade, enquanto reduz significativamente o uso de recursos financeiros e naturais.	Rosca <i>et al.</i> (2017).
Processo de inovação caracterizado por ser: (i) econômico – trata da motivação, meio e fim utilizados para criar baixos custos e boa distribuição que permitem a aquisição da inovação a camadas sociais com menor poder aquisitivo; (ii) adaptável – consiste na versatilidade da solução para se adaptar à conjuntura onde ela é utilizada, a fim de atender efetivamente a necessidades específicas; e (iii) acessível – disponibilidade da inovação, além do ambiente local onde foi desenvolvido, incluindo pessoas em todos os níveis sociais, pois todos podem se beneficiar da inovação. Trata de um meio e um fim para fazer mais com menos para mais pessoas.	Bhatti <i>et al.</i> (2018).

(continua)

(conclusão)

Conceitos	Autores
Produto, serviço, processo e/ou modelo de negócios que surge apesar das restrições financeiras, humanas, tecnológicas e de outros recursos, e onde o resultado final é menos caro do que as ofertas competitivas (se disponíveis) e que atende às necessidades dos usuários, que costumam ser esquecidos.	Hossain <i>et al.</i> (2016).
Consiste em criar propostas de valor que sejam atraentes para o público-alvo selecionado, incidindo sobre as funcionalidades e desempenho da oferta central e, assim, minimizando o uso de recursos materiais, financeiros e organizacionais em toda a cadeia de valor. Fornece uma redução substancial do custo de uso e/ou de propriedade, enquanto cumprem ou mesmo excedem os padrões de qualidade estabelecidos, sem perder de vista a busca pela criação de um ecossistema frugal.	Rossetto <i>et al.</i> (2018).
Forma de inovação emergente em territórios com condições de escassez de recursos e visa atender às preocupações com a sustentabilidade ambiental.	Pansera e Martinez (2017).

Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre a pluralidade de conceitos da IF, expostos acima, as propostas de Tiwari e Herstatt (2014), Bhatti *et al.* (2018), Rao (2013) e Weyrauch e Herstatt (2017) foram utilizadas nesta pesquisa como eixos conceituais para descrevê-la. A justificativa foi dada pela sua representatividade na literatura. Nesse sentido, no estudo entende-se a IF como: uma série de atividades colaborativas que permite o redesenho e/ou reconfiguração de produtos, serviços, sistemas e práticas operacionais existentes para reduzir significativamente os custos de aquisição, utilização e/ou manutenção, de no mínimo 30%, focar nas funcionalidades essenciais e otimizar o desempenho, sob a ótica do usuário final, especialmente de consumidores de baixa renda, a fim de entregar valor para mais pessoas.

Na área de estudo também é possível identificar diversas formas de inovação que possuem relação com a IF e são explicadas a seguir.

2.1.2 Inovação Frugal e inovações relacionadas

De acordo com Ross *et al.* (2012), a IB (*Grassroot Innovation* em inglês) consiste em soluções criadas por indivíduos ou comunidades, na sua maioria, de setores econômicos informais e rurais, que buscam resolver uma situação local específica (B. Agarwal, 1983; Cozzens; Sutz, 2012). Possuem fortes vínculos com a sociedade civil e são fundamentadas em valores e cultura, envolvendo compromisso ideológico, com apoio de trabalho voluntário, doações ou troca mútua (Fressoli *et al.*, 2014; A. K. Gupta *et al.*, 2003; Martin *et al.*, 2015; Seyfang; Smith, 2007). Sua origem deu-se na Índia, no final dos anos 80, promovida por Anil Gupta, professor do *Indian Institute of Management*, na cidade de Ahmedabad, com o objetivo de pesquisar tecnologias para setores vulneráveis da sociedade (Thomas, 2012).

Conforme V. P. Gupta (2011) e Koerich e Cancellier (2019), a IF possui relação com a IB devido a sua capacidade de resgatar o potencial inovador de empreendedores pertencentes a

comunidades marginalizadas, de modo a coproduzir soluções tecnológicas alternativas, intuitivas e de baixo custo. Para isso, utiliza uma dinâmica *bottom-up* ou “de baixo para cima”, que acontece no nível operacional, com a participação de produtores e usuários. A relação entre essas duas formas de inovação deu origem ao termo Inovação Frugal de Base (IFB). Essa vertente da IF se destaca por utilizar motivações filantrópicas e sociais como principais fontes de ação para o desenvolvimento comunitário da inovação, similar à IB. A IFB é projetada para responder às necessidades específicas dos usuários que vivem e trabalham nas interfaces menos privilegiadas do mundo moderno (Hossain, 2018; Hossain *et al.*, 2021; Wohlfart *et al.*, 2016).

Outra característica comum entre a IFB e a IB é a dependência de programas financeiros governamentais e donativos em atividades de desenvolvimento e difusão. Além disso, ambas se concentram em processos de produção tecnológica em pequena escala, com técnicas de baixa qualificação. Sob esses pressupostos, tanto a IB quanto a IFB buscam criar estratégias adaptativas, onde os laços sociais são considerados formas de atender às demandas comunitárias (Fressoli *et al.*, 2014). A. K. Gupta (2016) compartilha esses postulados, argumentando que as comunidades marginalizadas têm uma riqueza que não se traduz em bens materiais, mas em sua capacidade criativa de resolver problemas em conjunto. Isso explica por que tanto os inovadores da IB quanto os frugais (em seu enfoque de base) dão prioridade ao compartilhamento de seus conhecimentos e soluções, em vez de simplesmente buscar interesses econômicos.

Embora existam inter-relações entre as soluções frugais e as de base, as primeiras distanciam-se da IB, na sua vertente corporativa, denominada Inovação Frugal Corporativa (IFC). Esta vertente baseia-se na relação entre grandes corporações, *middle class consumers*⁴ y *low-income consumers*⁵, para gerar ou reconfigurar tecnologias existentes, a fim de ampliar o acesso a mais usuários. A IFC utiliza uma dinâmica de desenvolvimento *top-down* ou “de cima para baixo”, controlada e estabelecida por líderes vinculados a organizações e centros de P&D, sem, necessariamente estarem inseridos em um movimento social ou político (Radjou *et al.*, 2012; Soni; Krishnan, 2014; Wohlfart *et al.*, 2016). Nesse raciocínio, a principal diferença entre a IB e a IF (corporativa) está no fato da primeira surgir, predominantemente, para resolver problemáticas enfrentados por grupos mais vulneráveis socialmente, enquanto a segunda inclui diversos *stakeholders* e busca, fundamentalmente, motivações lucrativas por meio de processos

⁴ Os consumidores de classe média são aqueles sujeitos que vivem acima do nível de subsistência e gastam seu tempo e renda disponível para melhorar sua qualidade de vida (Cavusgil *et al.*, 2018).

⁵ Segundo Darley e Johnson (1985), os consumidores de baixa renda são definidos como indivíduos cujos recursos financeiros não são insuficientes para atender às suas necessidades básicas. Isso os torna incapazes de obter os bens e serviços necessários para um padrão de vida adequado e socialmente aceitável.

de inovação estruturada, particularmente quando é necessário o uso de conhecimento de engenharia sofisticada, como pode ser o caso da área da saúde (Liefner *et al.*, 2025).

Outra forma de inovação que apresenta aproximações com a IF é a IBoP (*Bottom of the Pyramid Innovation* em inglês). Consiste em soluções que atendem à população que vive em condições precárias e que, devido ao seu *status* socioeconômico, é a menos favorecida no processo de desenvolvimento capitalista (Rodrigues; Barbieri, 2008). O termo foi cunhado pelo consultor e pesquisador Prahalad (2005), quem vislumbrou a BoP como uma fonte de oportunidades de negócios para grandes organizações multinacionais. Segundo o autor, esse coletivo é composto por um grande número de pessoas que, apesar de terem baixa renda individual, podem gerar uma quantia global representativa quando atendidas de forma abrangente (Prahalad, 2005).

Essa forma de inovação possui relação com à IF, na vertente IFC, graças à sua relação produtiva e comercial com a BoP para aumentar a fatia de mercado atendida pela organização. Assim como as empresas que criam IBoP, as organizações que desenvolvem soluções frugais buscam captar um novo nicho de mercado para vender seus produtos e obter rentabilidade econômica para seus acionistas. No que diz respeito a suas diferenças, a fronteira mais evidente entre elas é o foco exclusivo que a IBoP dá às comunidades de baixa renda, já que a IF também capta consumidores de classe média.

É importante ressaltar que pesquisas têm feito análises críticas sobre as implicações do conceito de BoP na inovação. Entre elas está a idealização da condição socioeconômica dessa população, que coloca os atores industriais como seus “salvadores”, minimizando ou ignorando a necessidade de mecanismos legais e regulatórios para proteger os consumidores mais vulneráveis (Karnani, 2009). Em um estudo publicado em 2023, Knizkov e Arlinghaus destacam essa afirmação para o caso da IF. De acordo com os pesquisadores, apesar das contribuições dessa inovação no atendimento a populações marginalizadas/empobrecidas, ela pode, em algumas ocasiões, reforçar estruturas sociais injustas. Isso pode ser evidente na IF com enfoque corporativo, em que a intencionalidade social se baseia principalmente na premissa de captar mais usuários para gerar maior retorno econômico, sem necessariamente realizar ações complementares que respondam à complexidade do problema abordado.

Em uma visão histórica, a IF surgiu como resposta à escassez de recursos enfrentada por empreendedores e usuários, para facilitar o acesso a produtos e serviços e, conseqüentemente, incluir mais pessoas. Essa característica tem feito com que as soluções frugais sejam relacionadas com a Inovação Inclusiva (*Inclusive Innovation* em inglês). De acordo com George *et al.* (2012), consiste no desenvolvimento e implementação de novas ideias

que promovem a participação de pessoas marginalizadas e de baixa renda em processos de coprodução tecnológica, com o objetivo de melhorar seu bem-estar social e econômico. Nessa linha, Magis e Shinn (2008) a definem como uma inovação centrada na justiça igualitária que se estende a questões de riqueza, raça e gênero.

Sob essa perspectiva, a Inovação Inclusiva se assemelha com a IF devido ao espaço democrático concedido às pessoas menos favorecidas da sociedade. No entanto, sua distinção reside na forma de participação desses indivíduos no processo de inovação. Na IFC, a participação dessas comunidades nas etapas de produção não é um requisito obrigatório. Na Inovação Inclusiva, essa colaboração é essencial para operacionalizar o modelo de negócios, se aproximando à IFB. Nesse sentido, as inovações inclusivas e frugais de base têm uma forte relação dada a coerência social, pois ambas promovem a participação ativa das comunidades na cadeia de valor do produto, para reduzir a desigualdade estrutural entre conhecimento, recursos e capacidades (Bhatti *et al.*, 2018; George *et al.*, 2012). Para essa dinâmica, Jagtap (2021, 2022) e Upadhyay e Puneekar (2023) enfatizam o uso do *codesign* como uma série de atividades adequadas para promover a geração de produtos e serviços junto a esses indivíduos, pois permite incluir suas peculiaridades socioculturais e metacognitivas, a fim de mitigar as diferenças de poder e estabelecer relações de confiança duradouras entre designers e usuários (Sanders; Stappers, 2008).

Para Bound e Thornton (2012), outra diferença entre a Inovação Inclusiva e a IF pode ser observada nos *outcomes* esperados de sua aplicação. Enquanto a primeira se concentra em atividades inclusivas sem, necessariamente, gerar um retorno tangível, a segunda visa oferecer soluções para reduzir *gaps* entre a excelência tecnológica e a acessibilidade equitativa, com o objetivo de gerar valor socioeconômico por meio do processo implementado.

O impacto social da IF tem feito com que seja associada à IS (*Social Innovation* em inglês). Essa forma de inovação consiste na geração de produtos, processos, técnicas e/ou metodologias replicáveis, criados por meio da interação ativa da sociedade civil com diferentes *stakeholders* (European Commission, 2013; Edwards-Schachter; Wallace, 2017; Godin, 2015; Marques; Krug, 2008; Moulaert *et al.*, 2005; Thomas, 2012). A IS utiliza conhecimentos de psicologia social comunitária, criatividade, trabalho multidisciplinar e desenvolvimento local (Van Der Have; Rubalcaba, 2016); que, geralmente, são aplicados em dinâmicas iniciais de *bottom-up* e, posteriormente, passam para atividades *top-down*, ou vice-versa, estabelecendo uma relação sólida com a IF.

De acordo com Marques e Krug (2008), a IS assemelha-se à IF ao promover relações equitativas entre pessoas de populações com recursos limitados, com o objetivo de reduzir as

barreiras sociais. Para Thomas *et al.* (2015), ambas se destacam por posicionar os usuários como produtores e receptores de tecnologia, gerando transformação social. Nessa linha, Bhatti e Prabhu (2019) destacam essas inovações como catalisadoras da inclusão socioeconômica e promovem a consolidação de modelos híbridos de inovação como forma de enfrentar os desafios da humanidade.

Mesmo que a dimensão social seja utilizada como guia para determinar se uma solução frugal é “social”, ela não se refere apenas aos impactos, mas também aos objetivos e às atividades para o desenvolvimento da tecnologia. Nesse sentido, é difícil fazer uma distinção entre a IF e a IS apenas com base em seus resultados, uma vez que a última também tem uma intenção lucrativa, exclusivamente para apoiar a geração e/ou a ampliação da solução, sem deixar de lado o imperativo social inerente a essa inovação.

Nessa visão, nem toda solução frugal, *per se*, constitui uma IS, e vice-versa. A IF, em sua vertente de IFB, está intimamente inter-relacionada com as noções de IS, uma vez que inclui, simultaneamente, ações sociais para abordar um problema latente negligenciado por atores industriais e governamentais, assim como busca benefícios financeiros, cujos ganhos são utilizados para cobrir despesas (administrativos, de produção e comercialização) e investir em novas atividades que promovam a missão social e a sustentabilidade econômica da organização (Basu *et al.*, 2013; Bhatti *et al.*, 2018; Khan, 2016; Radjou; Prabhu, 2015; Tiwari *et al.*, 2017). Por sua vez, uma iniciativa frugal, com enfoque corporativo, não pode ser considerada uma solução social, pois seu principal motor é a dimensão financeira, utilizando a relação com a BoP como uma oportunidade de marketing para coproduzir artefatos frugais em massa, independentemente de seus propósitos sociais. Essa abordagem comercial nasce do impulso de atender a um nicho inexplorado do mercado, destacando a inter-relação da IFC com a IBoP.

Por outro lado, uma IS pode ser categorizada como frugal quando seu processo de desenvolvimento e implementação de produtos, sistemas e práticas é orientado por atividades que utilizam a quantidade mínima de recursos para alcançar funcionalidades essenciais e um desempenho ideal, sob a ótica do usuário final. Tudo isso com o objetivo de apoiar a difusão da iniciativa e impactar positivamente a qualidade de vida da população de baixa renda. Neste estudo, a qualidade de vida é entendida como a possibilidade que as pessoas têm de selecionar oportunidades de educação, bem-estar material, saúde, segurança no trabalho, vida familiar/comunitária, liberdade política, igualdade de gênero e étnica (Pol; Ville, 2009).

A IJ (*Jugaad Innovation* em inglês) é outra forma de inovação que utiliza recursos mínimos para gerar valor social. Trata-se de soluções que surgem da improvisação e da rápida adaptação a circunstâncias incertas (Bobel, 2012; Radjou *et al.*, 2012; Radjou; Prabhu, 2015;

Simula *et al.*, 2015). Segundo Radjou (2017), *jugaad* (palavra em hindi) significa uma resposta criativa à adversidade. No processo de inovação, de acordo com Miner *et al.* (2001), promove o pensamento inventivo para neutralizar as limitações contextuais. Dessa forma, a IJ aborda a capacidade de fazer mais com menos como uma forma de arte, cultura ou motivação.

Radjou *et al.* (2012) apontam três características-chave que delimitam a relação entre a IJ e a IF: (i) permite gerar mais valor com menos recursos; (ii) incentiva a experimentação constante; e (iii) depende da criatividade humana como motor para gerar inovação. Embora compartilhem dinâmicas semelhantes, Radjou (2017) enfatiza que ambas podem diferir em seu processo e resultados. A IJ fornece soluções inovadoras temporárias para problemas locais, fruto de processos de tentativa e erro. A IF, por sua vez, em sua vertente corporativa, segue processos sistemáticos destinados a redesenhar produtos (bens e serviços), sistemas, modelos de negócios e processos logísticos (incluindo a distribuição de última milha) para atender aos padrões de qualidade dos usuários, às expectativas de diversos *stakeholders* e às normas locais (Bhatti *et al.*, 2018). No entanto, a IF, na sua vertente de base, apresenta aproximações com a IJ, ao realizar uma dinâmica de experimentação que promove uma série de aprendizados e adaptações na solução para atender à complexidade do problema selecionado.

Outra inovação relacionada com a IF é a Inovação Sustentável (*Sustainable Innovation* em inglês), que, segundo Boons *et al.* (2013), consiste no desenvolvimento de ideias, produtos, processos ou práticas, novos ou existentes, com o objetivo principal de reduzir significativamente o impacto ambiental. Para Rennings (2000), essa inovação permite reduzir as consequências da extração e do uso de recursos ao longo de todo o ciclo de vida do produto, para mitigar os impactos ambientais. De acordo com Bhatti (2012) e Hossain *et al.* (2021), a relação entre essa inovação e a IF ocorre pela inclusão de atividades de reciclagem, gestão de resíduos e uso mínimo de insumos. Nessa linha, Basu *et al.* (2013) destacam que as soluções frugais podem ser ecoeficientes, pois promovem o cuidado com o planeta, por meio do uso da reciclagem e da redução do uso de recursos naturais.

Apesar de que a IF e seus processos possam gerar impactos ambientais positivos ao minimizar a utilização dos recursos do território, esse impacto não ocorre em todos os casos. Isso se deve ao fato de que, em algumas situações, o aspecto ambiental é deixado de lado para apoiar o design, a fabricação e a difusão generalizada de um produto frugal. Autores como Albert (2019), Dressler e Bucher (2018) e Rosca *et al.* (2017) reconhecem esses limites. De acordo com eles, o alcance da dimensão ambiental nas soluções frugais depende das particularidades de cada contexto, pois requer uma série de condições conjunturais e institucionais que podem não ocorrer em todas as circunstâncias. Essa perspectiva tem relegado

o aspecto ambiental a um efeito secundário, seguindo o argumento de que tal impacto, muitas vezes, surge de forma não planejada, tanto na produção quanto no uso da solução.

Nesse sentido, reconhece-se que a intencionalidade ambiental não é uma condição *sine qua non* do processo de geração de valor da IF. Portanto, nem toda IF é uma Inovação Sustentável, pois é necessário planejar o impacto ambiental. Para Tiwari, Fischer e Kalogerakis (2016), essa possibilidade pode ser alcançada através da seleção de materiais, parceiros, processos de produção e distribuição ecoeficientes. De acordo com Rossetto *et al.* (2017), o critério ambiental pode ser promovido por meio de esforços intencionais, nas etapas que compõem a cadeia de valor, por meio da interação com atores que apoiam o cuidado com o planeta. Nessa linha, Wohlfart *et al.* (2016) sugerem uma avaliação holística de produtos e serviços com base na abordagem de *product life-cycle management*.

Por fim, a literatura apresenta outra forma de inovação semelhante à IF, abreviada como Lo-TEK (*Low-tech Innovation* em inglês). Trata-se de uma abordagem alternativa à inovação — também considerada um movimento socio acadêmico — que busca promover uma redução da dependência social em relação à complexidade técnica, bem como defende a valorização do conhecimento, da experiência e das habilidades humanas acima do uso intensivo de maquinário e automação (Bihouix, 2014; Tanguy *et al.*, 2023). Nos últimos anos, a Lo-TEK apresentou um crescimento significativo a nível europeu, devido à sua postura crítica em relação aos modelos que promovem o desenvolvimento tecnológico como solução para as crises ecológicas atuais (postura tecno-crítica) (Almrott *et al.*, 2025; Girard *et al.*, 2024). Projetos acadêmicos a nível europeu, como o LT4SUSTAIN⁶, colocaram este tipo de inovação em primeiro plano, propondo uma definição ampla para essa forma de inovação:

[...] um sistema de valores orientado para desenvolver um paradigma centrado em responder de forma simples às necessidades locais, promovendo uma maior sustentabilidade e gerando novas abordagens que utilizem menos recursos através de soluções adequadas e acessíveis, que reflitam, questionem e integrem uma realidade inclusiva (Almrott *et al.*, 2025, p. 11, tradução nossa).

Tanguy *et al.* (2023) propõem sete princípios baseados na literatura e na prática para a geração de soluções Lo-TEK: (1) diminuição do consumo de recursos em tecnologia, especialmente recursos não renováveis; (2) vidas úteis novas ou prolongadas; (3) apropriação; (4) redes coletivas; (5) retorno ao básico; (6) dependência externa limitada; e (7) dependência do contexto. A IF e a Lo-TEK compartilham vários elementos. Ambas promovem melhorias nos sistemas de produção, por meio da eficiência energética e do uso racional dos recursos, bem

⁶ Projeto transnacional financiado pelo Erasmus+ que visa conscientizar toda a sociedade sobre a Lo-TEK. Mais informações em: <https://lt4sustain.eu/>. Acesso em: 18 set. 2024.

como práticas de reparo/reutilização de materiais e conhecimentos tradicionais, para fomentar a entrega de soluções, métodos e tecnologias apropriadas e de baixo custo (*La Fabrique Ecologique*, 2019; Tanguy *et al.*, 2023).

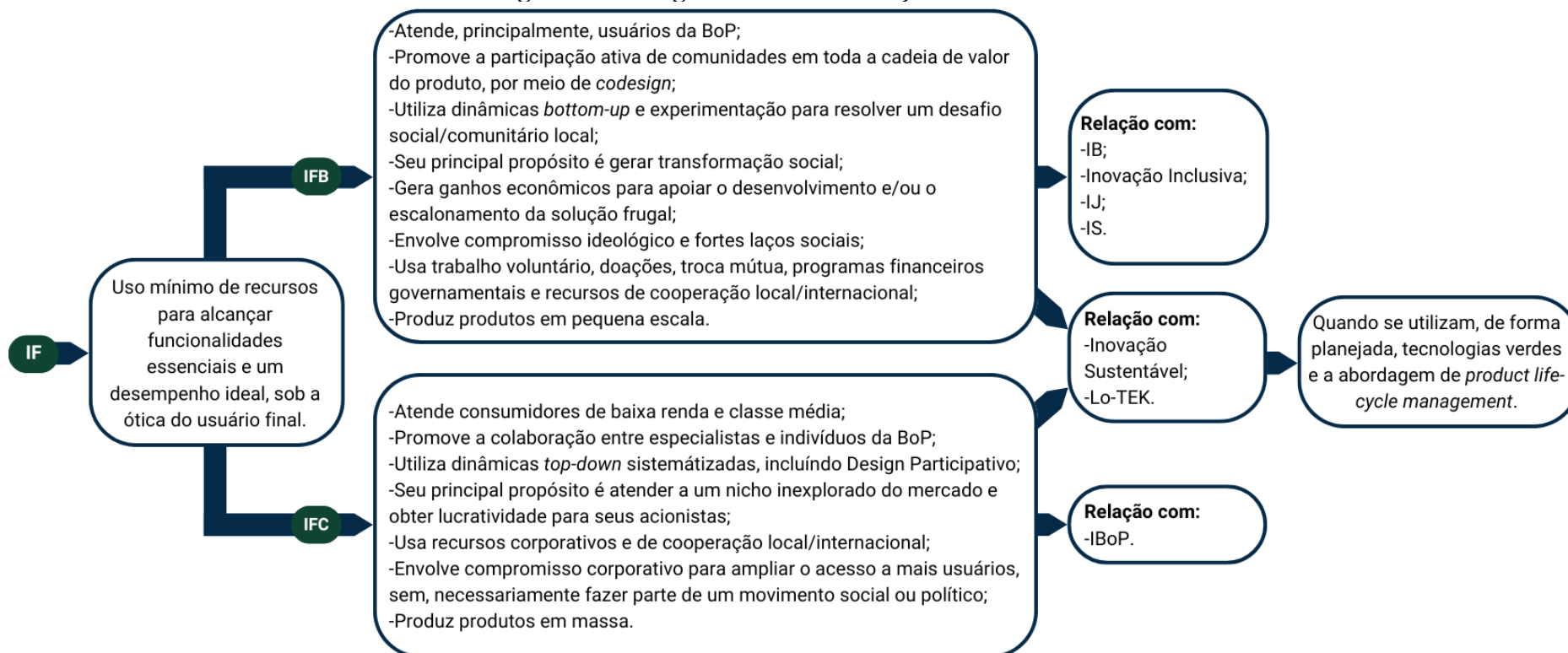
Apesar da ampla difusão atual da Lo-TEK, há pouca literatura que examine diferenças substanciais entre ela e a IF (López Santiago, 2024). No entanto, pode-se destacar que as soluções *low-tech*, em comparação com as frugais, são capazes de gerar maior impacto ecológico em cada etapa do ciclo de vida do produto, ao dar forte ênfase ao uso de tecnologias verdes e simples, que podem ser facilmente reparadas, em vez de substituídas, para minimizar a geração de resíduos e mudar o paradigma da obsolescência programada nos artefatos tecnológicos (*La Fabrique Ecologique*, 2019).

Devido à sua proposta de valor, a Lo-TEK tem sido considerada adequada para enfrentar os desafios europeus. Nos países dessa região, a principal preocupação é como fornecer produtos que sejam mais fáceis de produzir e descartar para reduzir o impacto negativo no planeta, já que a maioria da população já tem suas necessidades básicas atendidas (Almrott *et al.*, 2025). Essa consideração marca uma distinção no impulso das soluções *low-tech* e as frugais em nações de primeiro mundo. Enquanto no contexto europeu, ambas têm como principal motivação responder às necessidades humanas de crescimento (estima e autorrealização), na América Latina a IF ocupa-se, fundamentalmente, das necessidades humanas de sobrevivência (fisiologia, segurança e sociais)⁷, destacando a influência de aspectos históricos e socioeconômicos do território na inovação.

As distinções apresentadas nesta subseção, no que diz respeito aos conceitos e características da IF, IB, IBoP, Inovação Inclusiva, IS, IJ, Inovação Sustentável e Lo-TEK, representam possibilidades analíticas e não uma regra em si. Nesse sentido, a discussão pode orientar uma clara apropriação dos propósitos de cada uma, em dinâmicas que contemplam inovações com foco social e ambiental em diferentes territórios. Da mesma forma, seguindo as informações apresentadas, a seguir, a Figura 2 ilustra as principais características da IFB e da IFC, junto com sua relação com os enfoques de inovação discutidos.

⁷ De acordo com o psicólogo Abraham Maslow (2016), o ser humano possui cinco níveis de necessidades que estão ordenados em dois subgrupos de forma hierárquica, de acordo com as necessidades que vai satisfazendo ao longo da sua vida. No primeiro subgrupo estão as necessidades de sobrevivência e abrangem questões biológicas, segurança na vida e sentimento de pertença. Já no segundo subgrupo estão as necessidades de crescimento e abrangem aspectos relacionados à dignidade, ao respeito e à consciência de si mesmo e do ambiente.

Figura 2 – Categorias de IF e inovações relacionadas



Fonte: Elaborada pela autora a partir dos achados na literatura.

2.1.3 Características da Inovação Frugal

Diversos autores têm se ocupado por listar elementos distintivos, nomeados como critérios, dimensões, princípios, competências e/ou atributos para explicar a natureza das inovações frugais. Tshidimba *et al.* (2019 *apud* Schleinkofer, Moz, Bauernhansl e Lang, 2019), caracterizam essas soluções, a partir do acrônimo da palavra frugal em inglês:

- **Functional:** trata da concentração em funções essenciais adaptadas às necessidades dos usuários;
- **Robust:** diz respeito de produtos que atendem condições físicas e territoriais adversas, além de incluir manutenção e disponibilidade local para reposição de peças;
- **User-friendly:** representa um desenho simples, fácil de usar e claro de entender para seus usuários e fornecedores;
- **Growing:** refere-se à redução de custos, por meio da produção em grande escala e do uso de peça idênticas padronizadas;
- **Affordable:** trata da entrega de produtos com preços que atendam ao poder aquisitivo do público-alvo; e
- **Local:** proporciona soluções adaptadas a situações econômicas, ambientais, legais e organizacionais locais.

Para Winterhoff *et al.* (2014) os atributos da IF são: funcionalidade, robustez, fácil de usar, acessibilidade para o cliente-alvo e adaptação às condições locais. Belkadi *et al.* (2016) sinalam quatro elementos essenciais em soluções frugais, a saber: (i) redução de custos de manufatura e logística, por meio do uso de centros de P&D locais; (ii) adaptação de soluções existentes a mercados locais; (iii) substituição de materiais atuais por recursos mais baratos, funcionais e essenciais para o usuário; e (iv) redesenho da rede de produção, aumentando a proporção de fornecedores regionais. Sob uma perspectiva sistêmica, Tejeda *et al.* (2021) apontam os seguintes critérios de soluções frugais:

- **Redução de custos/acessibilidade** – utilização de componentes adequados que permitam reduzir o custo total de fabricação do protótipo (em pelo menos 30%), em relação a soluções já existentes no mercado;
- **Complexidade** – substituição de componentes muito sofisticados por elementos mais simples que cumpram a mesma função no produto;
- **Facilidade** – projeção de produtos amigáveis e fáceis de fabricar/montar;

- **Manutenção/durabilidade** – utilização de peças acessíveis. Os materiais devem ser reciclados ou reutilizados no final da sua vida útil; e
- **Funcionalidade** – foco nas principais funcionalidades do produto e minimização no uso de recursos, de forma a criar soluções amigáveis para o usuário.

Por sua vez, a RELIF (2019, 2023) propõe dez características, denominadas “Competências de IF”, postuladas a partir do trabalho de Basu *et al.* (2013), no Hub de Inovação da *Santa Clara University*, na Califórnia. Essas competências visam apoiar o processo de criação, entrega e captura valor em mercados emergentes, por meio do enfoque frugal. No Quadro 2 são apresentadas as competências.

Quadro 2 – Competências de IF

Basu <i>et al.</i> (2013)	RELIF (2023)	Descrição
Robustez.	Resistente.	Soluções projetadas para ambientes físicos hostis que atendem ao contexto da comunidade de interesse.
Leve.	Leve.	Soluções portáteis para diferentes opções de atividade e transporte, de modo a beneficiar a grandes grupos de pessoas em diversos locais geográficos.
Soluções para dispositivos móveis.	Digital.	Soluções com conectividade a qualquer momento e em qualquer lugar, com qualquer dispositivo, a partir de plataformas tecnológicas disruptivas.
Design centrado no ser humano.	Enfoque humano.	Soluções intuitivas e fáceis de usar, ao exigir pouco ou nenhum conhecimento ou treinamento prévio.
Simplificação.	Simples.	Soluções com recursos minimalistas e com requisitos funcionais simples.
Novos modelos de distribuição.	Distribuição de última milha.	Soluções que utilizam canais e acessos não convencionais, representativos das comunidades atendidas.
Adaptação.	Adaptável.	Soluções com produtos, suprimentos e serviços existentes para atender às necessidades do contexto e alavancar produtos, serviços e insumos existentes.
Uso de recursos locais.	Local.	Soluções com abastecimento sem importação de equipamentos e/ou materiais, com foco no uso de recursos locais.
Tecnologias verdes.	Ecológico.	Soluções que utilizam recursos e atividades renováveis, recicláveis, reutilizáveis e tecnologias verdes.
Acessibilidade.	Econômico.	Soluções com baixos custos de entrada e operação.

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme a RELIF (2023), as Competências de IF permitem distinguir soluções baratas de produtos/serviços que geram impactos sustentáveis, em âmbitos socioambientais, econômicos, tecnológicos e políticos. Além disso, a Rede argumenta que, por meio desses atributos, é possível realizar um mapeamento do valor frugal de uma solução existente ou de um artefato reconfigurado em conexão academia-sociedade civil, considerando três níveis de desenvolvimento:

- **Excelente** – sua implantação é alcançada na comunidade atendida e posteriormente é monitorada para avaliar de seu impacto;
- **Satisfatória** – sua primeira implementação é alcançada e ainda não consegue ser sustentada, mas fornece informações úteis para projetos futuros; e

- **Média** – a solução é desenhada, mas ainda não é implementada. Entretanto, representa um cenário de aprendizagem entre alunos, professores e comunidade, e contribui com informações para o estado da arte sobre IF.

Por fim, Hindocha *et al.* (2021) apresenta uma síntese das características que descrevem esse tipo de inovação. A partir de uma revisão da literatura, os pesquisadores indicam dezesseis atributos que são utilizados na área de estudo. No Quadro 3, são expostas as características e palavras/frases associadas (sinônimos e adjetivos).

Quadro 3 – Síntese das principais características da IF

Característica	Palavra e frases associadas
<i>Affordability.</i>	Eliminação de custos desnecessários / baixo custo / consciente dos custos / custo-benefício / custo mínimo / custos não essenciais / custos significativamente mais baixos / baixo orçamento / baixo poder aquisitivo / baixa renda / preço baixo / meios econômicos.
Adaptabilidade.	Atende necessidades específicas / flexível / em conformidade com as necessidades / suficiente às necessidades / concentre-se em necessidades cruciais / desenvolvido para aplicações muito específicas / fazer mais por menos / as necessidades e o contexto dos cidadãos no mundo em desenvolvimento são colocados em primeiro lugar.
Acessibilidade.	Disponibilidade / conveniência / facilidade de acesso / em qualquer segmento da pirâmide econômica / mercados emergentes e desenvolvidos / para mais pessoas.
Sustentabilidade.	Ecológico / ecossistema / baixo impacto ambiental / reaproveitamento / baixa intervenção ambiental / uso de recursos renováveis / desenvolvimento sustentável.
Escalabilidade.	Volume / rentável / mercados em mudança / orientação de mercado / inovação reversa / grande escala.
Simplicidade.	Fácil de usar / amigável com o usuário / sem treinamento prévio / essencial / básico / simples / sofisticação / minimiza o uso de materiais / reduz o desperdício de materiais.
Mercados emergentes.	BoP / mercado de baixa renda / países em desenvolvimento / países de renda média / baixo poder aquisitivo / recurso restrito / escassez de recursos / clientes não atendidos / consumidores carentes.
Mercados desenvolvidos.	Topo da pirâmide / mercado de alta renda / países desenvolvidos / poder aquisitivo médio e alto.
Funcionalidade.	Essencial / adequado / minimalista.
Desempenho.	Otimização / robusto / aprimorado / avançado / alta qualidade.
Processo.	Enfoque / método / modularidade.
Resultado.	Conclusão / consequência / reação.
<i>Mindset.</i>	Psicológico / cognitivo / comportamento / estilo de vida / mentalidade / atitude / <i>ethos</i> / tomada de decisão.
Restrição de recursos.	Recursos limitados / recursos escassos / restrições orçamentárias / escassez de recursos.
Bom o bastante.	Suficiente / funcional / aceitável / apropriado / aceitável / decente / satisfatório / qualidade.
Alto valor.	Potencial / rentável / escalável / atraente / novidade.

Fonte: Elaborado a partir de Hindocha *et al.* (2021).

Como se vê, a IF possui diversas características que ilustram as trajetórias geográficas e históricas dos locais onde são criadas, pois seu valor depende de seu contexto que está em constante transformação. Isso explica porque a IF pode ser “difícil de descrever, mas fácil de identificar quando observada em seu ambiente” (Ratten, 2019, p.1, tradução nossa). Apesar da ampla variedade de atributos apresentados nesta subseção, no estado da arte é possível identificar unanimidade o uso de três critérios-chave que serviram de guia, junto às Competências de IF da RELIF (2023), para atender ao objetivo geral da presente pesquisa. Cada um desses critérios-chave e seus componentes são discutidos a seguir.

2.1.4 Critérios-chave da Inovação Frugal

Segundo Weyrauch e Herstatt (2017) existem três critérios universais e multidisciplinares que permitem definir as soluções frugais, independentemente do contexto de estudo, sendo eles: (1) redução substancial de custos; (2) concentração nas principais funcionalidades; e (3) nível otimizado de desempenho. Esses critérios têm sido utilizados por diversos autores, apresentando diferentes justificativas, detalhadas e exemplificadas a continuação.

2.1.4.1 Redução substancial de custos

Conforme Weyrauch e Herstatt (2017), o primeiro critério que descreve uma solução frugal é a redução significativa do uso de recursos materiais, financeiros e organizacionais, para entregar soluções mais baratas aos consumidores em comparação com produtos/serviços locais existentes. Rossetto *et al.* (2018) descrevem esse critério como fundamental para transferir a economia em custos de aquisição de uma inovação ao consumidor. A partir dos estudos de Tiwari *et al.* (2016) e Weyrauch e Herstatt (2017), esses autores sinalizam dois elementos-chave do critério: (i) significativa redução de custos no processo operacional; e (ii) redução significativa do preço final da solução.

O primeiro elemento trata da eliminação e/ou substituição de atividades e materiais não essenciais no processo de P&D, com a finalidade de diminuir as despesas na produção, em comparação com processos tradicionais do mercado (Weyrauch; Herstatt, 2017). Para Sehgal *et al.* (2010), a redução de custos é um processo intrínseco da inovação, que sob a ótica da frugalidade, permite a eliminação de atividades e materiais desnecessários. Isso pode ser atingido por meio da análise das etapas iniciais do desenvolvimento de produtos – planejamento e concepção – que, conforme Costa e Gouvinnhas (2003), possuem muita influência no seu custo final, em termos do tipo de material utilizado e os processos de fabricação/montagem empregados. Nessa linha, Lecomte *et al.* (2013) sugerem a divisão de produtos e processos em componentes básicos para, depois, reconstruí-los de maneiras mais econômicas possíveis, e assim, torná-los frugais. Nessa visão, aspectos da reengenharia e manufatura enxuta são utilizados para desenvolver produtos que sejam mais fáceis de fabricar e montar, contribuindo à redução do custo de produção.

De acordo com Hossain (2020, 2018) e Lin *et al.* (2020), a redução de custo pode ser

atingida por meio de materiais alternativos. Para tal, valores ancestrais e culturais são resgatados para experimentar novas formas de uso de recursos esquecidos ou negligenciados (Bhatti, 2012; Pansera *et al.*, 2017; RELIF, 2023). Além dessas dinâmicas, são consideradas formas de reduzir o custo total de uso ou de propriedade da solução. Esse objetivo pode ser alcançado por meio da projeção de produtos/serviços que demandam menos energia/água e possuem baixos custos de manutenção, reparo e descarte (Agarwal; Brem, 2012; Prahalad, 2012; Weyrauch; Herstatt, 2017; Tiwari; Herstatt, 2014; Tiwari *et al.*, 2016), por meio da participação de fornecedores locais (Rossetto *et al.*, 2018).

Já a redução significativa do preço final da IF é especificada por Weyrauch e Herstatt (2017) em, pelo menos, um terço do valor de um produto ou serviço convencional local; ou se não houver alternativa, com os custos assumidos para a disponibilização de soluções importadas que atendam à necessidade específica. Esse valor representa uma tentativa de mensurar o grau mínimo de frugalidade nos custos de aquisição de uma inovação, mas conforme os autores, ele pode variar dependendo do contexto do usuário.

Como observado, o critério-chave da redução substancial de custos deve sempre ser entendido sob a ótica do consumidor final. Mesmo que o fabricante ou prestador de serviço não consiga uma redução considerável nos custos de produção de uma IF, é imperativo que o usuário perceba a diferença no preço de compra, ou mesmo que sinta a diferença no custo total de uso e/ou manutenção do produto ou serviço ao longo de sua vida útil (Weyrauch; Herstatt, 2017; Rossetto *et al.*, 2018).

2.1.4.2 Concentração nas principais funcionalidades

De acordo com Weyrauch e Herstatt (2017), o segundo critério de concentração nas principais funcionalidades permite que as inovações frugais atendam diretamente aos requisitos dos usuários, por meio de dois elementos-chave que sintetizam as funções mais indispensáveis para eles, a saber: (i) funcionalidade principal; e (ii) facilidade de uso (Tiwari *et al.*, 2016; Weyrauch; Herstatt, 2017; Rossetto *et al.*, 2018).

O primeiro elemento diz respeito à projeção e ao desenvolvimento de produtos e/ou serviços, cuja estrutura funcional é centrada em funcionalidades vistas como necessárias pelos usuários finais (Lecomte *et al.*, 2013). Ao se concentrar nas funções centrais, a IF pode surgir de adaptações de soluções existentes, sendo necessárias transformações no design para atender aos estilos de vida e comportamentos dos clientes (Weyrauch; Herstatt, 2017; Cunha *et al.*, 2014; Flatters; Willmott, 2009; Tiwari *et al.*, 2016; De Waal, 2016). A aplicação desse elemento

serve tanto para minimizar o uso de materiais e recursos financeiros, como reduzir fatores de produção que podem impactar no meio ambiente (Andel, 2013; Wooldridge, 2010; Barclay, 2014; Rao, 2014; Tiwari; Herstatt, 2012a; Basu *et al.*, 2013; Sharma; Iyer, 2012).

O segundo elemento trata do processo de modificar e/ou combinar componentes para entregar produtos/serviços com requisitos funcionais mais amigáveis e fáceis de usar (Andel, 2013; Wooldridge, 2010). De acordo com Tiwari e Kalogerakis (2016), muitos usuários atuais e/ou potenciais de soluções frugais não possuem experiência prévia no uso de produtos similares, sendo necessário a formulação de artefatos simples e intuitivos, que reduzam a complexidade de uso, levando em conta o contexto socioeconômico e demográfico do público-alvo (Basu *et al.*, 2013; RELIF, 2019; Tiwari; Herstatt, 2012a; Rao, 2013). Desse modo, a IF implica formas inovadoras de incluir atividades humanas para alterar a criação de valor tradicional e permitir sua evolução contínua, por meio de conhecimento nas áreas de reengenharia e design (Agarwal; Brem, 2012; Knorrninga *et al.*, 2016; Buchanan, 2001).

Dentre os princípios de projeto de design que podem ser utilizados destaca-se a acessibilidade que, segundo Lidwell *et al.* (2010), permite a projeção de produtos para pessoas com diversas habilidades. Os autores elencam quatro características do princípio: (i) perceptibilidade – possibilita que os usuários percebam o design, independentemente das suas habilidades sensoriais; (ii) operacionalidade – permite desenvolver produtos que podem ser utilizados por todos os usuários, independentemente das suas habilidades físicas; (iii) simplicidade – incentiva a criação de produtos fáceis de entender e usar, independentemente da experiência, alfabetização ou nível de concentração do usuário; e (iv) perdão – permite minimizar a ocorrência e as consequências dos erros de uso.

Lecomte *et al.* (2013) e Santiago *et al.* (2019), apontam a importância do reconhecimento das influências do contexto histórico, das limitações da tecnologia e dos requisitos sociais, ergonômicos e ambientais para a produção da IF, a partir da perspectiva do usuário. Essa abordagem permite identificar as metas, objetivos e ambientes onde são desenvolvidas e implementadas as soluções frugais, derivadas das necessidades dos usufrutuários. Sob a visão do DCU, a usabilidade de um produto depende da sua relação com o utente, a tarefa e os ambientes em que ocorre sua utilização, durante todo seu ciclo de vida. Por conseguinte, esse enfoque provê conhecimento das características do usuário – tais como atributos físicos, conhecimento, experiência, educação e idade –, sendo fundamental para descobrir possíveis comportamentos de diferentes tipos de indivíduos que interagem com o produto e/ou sistema (Jagtap; Larsson, 2018).

Para conseguir projeção de soluções com funções principais, Belkadi *et al.* (2018), Liu

et al. (2015) e Danese e Filippini (2013), recomendam, particularmente, o uso da modularidade⁸, pois é um antecedente importante no processo de inovação, ao permitir a recombinação de módulos para criar novos produtos que atendam às crescentes mudanças nas demandas do mercado (Worren *et al.*, 2002; Doran *et al.*, 2007). Nessa linha, Gu e Sosale (1999) argumentam que a abordagem do Design Modular potencializa a funcionalidade e a fabricação do produto, facilita a montagem e a manutenção, bem como permite a reutilização e a reciclagem dos componentes, contribuindo com a minimização de uso de materiais.

No estudo “*Modular architectures management with PLM for the adaptation of frugal products to regional markets*”, Belkadi *et al.* (2017) sinalizam o uso dessa abordagem como alternativa de transferência de inovações frugais desde economias avançadas para países em desenvolvimento. A partir da modularidade, os pesquisadores propuseram adaptações de produtos europeus aos requisitos regionais de mercados emergentes, com vistas ao atendimento de políticas, padrões geográficos, culturais e de governança dessas economias.

2.1.4.3 Nível otimizado de desempenho

Além da minimização de custos e simplificação das funcionalidades, Weyrauch e Herstatt (2017) indicam que é necessário considerar o nível de otimização do desempenho, que deve estar fortemente vinculado às necessidades dos usuários finais que exploram a proposta de valor. Esse desempenho varia de acordo com o contexto, sendo indispensável entender a sua finalidade de uso, de acordo com as condições locais dos consumidores.

Conforme Rogers (1983), a compatibilidade de valor entre a inovação e o contexto específico de aplicação precisa ser determinada com cuidado para evitar discrepâncias culturais entre os desenvolvedores da tecnologia e os usuários do produto. Nesse entendimento, Tiwari e Kalogerakis (2016) ressaltam que o exame da conjuntura dos utentes das inovações frugais é uma atividade vital, tendo em vista as diversas adversidades que a maioria de seus usuários possuem. Muitos deles moram em áreas rurais e semiurbanas e devem lidar com deficiências de infraestrutura, tais como flutuação de tensão, cortes de energia abruptos, poeira e temperaturas extremas. Partindo desses argumentos, Weyrauch e Herstatt (2017) explicam que o desempenho funcional das soluções frugais deve ser adequado ao propósito pretendido e aos requisitos específicos do ambiente local em que elas são usadas, para cumprir ou mesmo

⁸ De acordo com Salvador (2007) e Jacobs *et al.* (2011), a modularidade é a propriedade de produto que permite decompor seu sistema em partes ou módulos independentes.

exceder critérios pré-definidos de padrões de qualidade aceitáveis pelos usufrutuários (Tiwari; Herstatt, 2013; Tiwari *et al.*, 2016).

Na interpretação de Rossetto *et al.* (2018), o desempenho trata da durabilidade do produto que varia dependendo de seus componentes e das circunstâncias onde ele é utilizado. Nesse sentido, a durabilidade possui um significado amplo que abrange funcionalidades e características de Engenharia – tal como a resistência mecânica –, para que a solução possa atender o contexto de uso, que é influenciado pelo tempo, clima e aspectos geográficos (Tiwari; Herstatt, 2012b; Weyrauch; Herstatt, 2017).

Considerando os argumentos apresentados acima, é crucial determinar o nível de desempenho “ideal” antes de determinar a forma de desenvolvimento da solução frugal, para selecionar os recursos necessários, a fim de incorporar as características desejadas pelos usuários e garantir a sua satisfação. A exemplo disso, Herstatt *et al.* (2008) expõem a maneira como são utilizadas as buzinas dos automóveis indianos. Por questões culturais e de planejamento público urbano, as pessoas na Índia devem buzinar excessivamente exigindo um volume de durabilidade mais alto desses artefatos, em comparação aos de automóveis convencionais disponíveis em mercados desenvolvidos e em outros países emergentes. Isso sugere que o critério de desempenho ótimo de uma IF deve ser interpretado conforme a realidade do usuário, demandando a utilização de conhecimento sociocultural e territorial nas etapas de design, produção, embalagem, transporte e manutenção (Winkler *et al.*, 2020; Belkadi *et al.*, 2018).

Segundo Granados e Prabhu (2022), essas características físicas da solução são importantes uma vez que permitem atender aos estigmas socioemocionais das pessoas da BoP. Nesse sentido, entregar bens/serviços frugais com aparências atrativas e que transmitam narrativas criativas e empáticas com as lutas sociais dessas comunidades é essencial para gerar fidelidade. Para tal, os autores propõem três questões norteadoras no processo de design: (i) que tipo de emoções as pessoas querem sentir ao adquirir e usar as soluções frugais? (ii) como as pessoas querem ser vistas por sua comunidade ao usar as soluções frugais? e (iii) quais recursos e narrativas são necessários para cumprir com as necessidades expressas pelos potenciais usuários?

Ademais, é vital o reconhecimento dos fatores externos que envolvem o usuário e sua interação com o produto/serviço frugal, a partir do Design Sistêmico. Segundo O’Neill *et al.* (2012), esses fatores podem ser divididos em: (i) técnicos – outros sistemas e produtos usados; (ii) físicos – características do lugar onde se executa a tarefa; (iii) ambientais – umidade, calor e acesso a água; e (iv) socioculturais – organização do trabalho e valores culturais. Para explicar

sua importância, os autores apresentam problemáticas enfrentadas por engenheiros que projetaram, fabricaram e montaram um alambique de etanol em gel para comunidades em Gana.

No *case*, surgiram duas consequências inesperadas e não intencionadas com a solução. A primeira foi a presença de mosquitos e outros insetos nas cozinhas, que aumentaram o risco de malária na comunidade. A fumaça dos fogões a lenha evitava esse tipo de problemática, mas não foi considerada no momento da projeção do produto nesse cenário. A segunda consequência foi a desestruturação da dinâmica social da comunidade, uma vez que as mulheres utilizavam o tempo de coleta da madeira como espaço para partilhar questões pessoais e familiares, assim como criar laços de confiança. Essa realidade sinaliza o imperativo de conformar equipes inter e transdisciplinares para a construção de soluções frugais, incluindo especialistas em aspectos técnicos e em diversas áreas do conhecimento (O'Neill *et al.*, 2012).

No Quadro 4 são expostos de forma sucinta, os três critérios-chave que, aplicados simultaneamente, determinam o que é ou não uma IF, sob a proposta de Weyrauch e Herstatt (2017).

Quadro 4 – Principais critérios da IF

Critério	Pergunta de análise	O que é IF	O que não IF
Redução substancial de custos.	A inovação reduz significativamente os custos em, pelo menos, um terço, sob a perspectiva do cliente, em termos de preço de compra ou custo total de propriedade?	Redução do uso de recursos materiais, financeiros e organizacionais, a fim de alcançar uma minimização substancial no custo de propriedade e/ou preço, para transferir essa economia ao consumidor final.	Melhoria de custo em apenas uma porcentagem e sem olhar para quais funcionalidades e nível de desempenho são de fato necessários.
Concentração nas principais funcionalidades.	A inovação concentra-se em funcionalidades centrais que são de fato necessárias para seu propósito específico e às condições locais do usuário?	Adaptação das funções principais do produto/serviço às necessidades dos usuários, ao mesmo tempo em que atendem a todos os padrões regulatórios e de qualidade relevantes do contexto, com custos mínimos.	Melhoria do produto e modificação de bens e serviços existentes sem questionar quais funcionalidades são de fato necessárias para o usuário.
Nível otimizado de desempenho.	Há um exame cuidadoso do nível de desempenho necessário para atender ao propósito específico do produto/serviço e às condições locais do usuário?	-Adequação da <i>performance</i> à finalidade pretendida e às condições locais para atingir a plenitude da economia de recursos e otimizar o atendimento de necessidades.	Melhoria do produto sem questionar que nível de desempenho é de fato necessário para a finalidade pretendida.

Fonte: Elaborado a partir de Weyrauch e Herstatt (2017), Tiwari *et al.* (2016), Tiwari e Kalogerakis (2016) e Rossetto *et al.* (2018).

Como mencionado acima, os três critérios trabalham em conjunto para construir o conceito da IF e sua aplicação. Para explicar essa associação, Weyrauch e Herstatt (2017) apresentam dois exemplos de inovações frugais, descritos a seguir.

2.1.5 Casos de Inovação Frugal

De acordo com Weyrauch e Herstatt (2017) dois casos muito citados na literatura relatam como podem ser cumpridos os critérios da IF: a MittiCool e a MAC 400. A MittiCool é uma iniciativa frugal, criada pelo empreendedor da BoP, Mansukhbhai Prajapati, para atender populações que não têm acesso à eletricidade ou não podem comprar uma geladeira tradicional. A solução permite conservar alimentos e vegetais perecíveis, por meio de um processo de resfriamento natural (evaporação) que não requer energia. Ela também é amplamente utilizada para armazenar medicamentos a uma temperatura fria, em áreas onde não há fornecimento de eletricidade (Hossain, 2021a, 2020). A MAC 400 trata de um dispositivo de ultrassom portátil desenvolvido pela *General Electric*, que permite aos profissionais de saúde realizar fácil e rapidamente avaliações específicas em qualquer local de atendimento, reduzindo o custo geral do tratamento. Ambos os exemplos atendem aos critérios da IF propostos por Weyrauch e Herstatt (2017). No Quadro 5, são descritas suas associações com cada critério.

Quadro 5 – Casos sob a perspectiva dos critérios-chave da IF

Nome da solução	-MittiCool.	-MAC 400.
Perfil empreendedor	-Sem educação formal / ajudante de cerâmica, vendedor de chá e operário de fabricação de azulejos.	-Equipe de engenheiros da <i>General Electric</i> .
Descrição	-Geladeira de argila terracota.	-Aparelho de ultrassom portátil.
Redução substancial de custos	-Preço inicial de \$2.500 rupias. Frigoríficos convencionais do mesmo tamanho custam \$6.000 rupias; -Custo de propriedade muito baixo; -Sem custo de energia e de descarte.	-Preço inicial de \$15.000 dólares; -Custo 15% mais baixo que uma unidade de ultrassom tradicional de baixo custo.
Concentração nas principais funcionalidades	-Três compartimentos para armazenar água fria, frutas, legumes e laticínios; -Sem compartimento de congelador e sem iluminação; -Resfriamento por evaporação da água.	-Tamanho pequeno e alimentado por bateria que permite o atendimento de pacientes em áreas rurais; -Fácil de usar. Qualquer profissional da área da saúde pode utilizá-lo.
Nível otimizado de desempenho	-A temperatura é mantida na faixa de 5° a 8° Celsius, o suficiente para frutas, legumes e laticínios; -Tamanho pequeno de 18,5 x 11 polegadas. Espaço adequado para sua finalidade.	-O desempenho atende aos requisitos clínicos em áreas rurais em mercados emergentes que exigem soluções simples; -O desempenho atende aos requisitos de diagnósticos rápidos em mercados desenvolvidos.

Fonte: Elaborado a partir de Weyrauch e Herstatt (2017), Wohlfart *et al.* (2016) e Hossain (2022, 2021ab).

O atendimento aos três critérios-chave da IF, indicados Weyrauch e Herstatt (2017), permitiram que a MittiCool tivesse replicabilidade em outros países desenvolvidos, tais como Reino Unido, Emirados Árabes Unidos e Quênia (Hossain, 2021a). No que tange à MAC 400, uma nova versão foi criada sob o nome de *Vscan Extend*. O novo dispositivo cabe na palma da mão e é tão fácil de usar quanto um *smartphone*, permitindo otimizar o curso de diversos

tratamentos. Ele foi desenhado para confirmar e monitorar a progressão de doenças respiratórias agudas como o COVID-19, assim como ajudar os médicos a examinar pacientes que sofrem de doenças cardiovasculares agudas. Dentre suas principais características, quando comparado com unidades de ultrassom tradicionais, destacam-se: portabilidade, facilidade de uso e limpeza, conectividade (armazenamento em nuvem) e baixo custo (*General Electric Healthcare*, 2022).

Na América Latina, também é possível mapear alguns casos frugais que utilizam os critérios propostos por Weyrauch e Herstatt (2017). Por exemplo, Molina-Maturano *et al.* (2020), no estudo “*Understanding and evaluating the sustainability of frugal water innovations in México: An exploratory case study*”, destacam dois casos mexicanos: CPlantae e NETA CERO.

A CPlantae é uma iniciativa social fundada em 2014 por quatro jovens empreendedores da cidade de Puebla, México. A iniciativa desenvolve e mantém sistemas de águas residuais naturais, mediante a integração de soluções biotecnológicas que usam micro-organismos, plantas aquáticas e vermes, seguindo a sabedoria ancestral de suas comunidades. A Estação Ecológica de Tratamento de Águas Residuais (ETE) da CPlantae, permite o saneamento e livre acesso à água, que pode ser utilizada para diversos fins, tais como: irrigação de jardins ou plantações, uso em banheiros, processos de lavagem e infiltração no subsolo. A solução é flexível na sua construção e manutenção, o que permite atender a diferentes comunidades.

Já a NETA CERO trata de um empreendimento originado em 2013 na cidade de México, por dois jovens profissionais, a partir de um sistema de captação de água chuva. Seu modelo de negócio é híbrido (com e sem fins lucrativos), uma vez que disponibiliza suas tecnologias e serviços de consultoria em energia renovável para empresas, fundações e agentes governamentais de comunidades rurais no território mexicano. Sua filosofia de trabalho é baseada em uma abordagem de “baixo custo, alto impacto” (NETACERO, 2022). A seguir, no Quadro 6, são descritas as relações dessas soluções com os critérios da IF.

Quadro 6 – Casos mexicanos sob a perspectiva dos critérios-chave da IF

Nome do empreendimento	-CPlantae.	-NETA CERO.
Descrição da solução	-Sistema de tratamento de águas residuais.	-Sistema de captação de água chuva.
Redução substancial de custos	-Demanda menos uso de energia para bombeamento; -Possui custos mínimos de construção, operação e manutenção, já que reaproveita materiais hortícolas locais.	-Solução mais econômica em comparação com sistemas existentes; -O baixo custo permite fornecer acesso à água em comunidades indígenas e vulneráveis remotas.

(continua)

(conclusão)

Nome do empreendimento	-CPlantac.	-NETA CERO.
Concentração nas principais funcionalidades	-Agrega simplificação no processo de construção do sistema para reutilização da água; -Não exige habilidades avançadas para operar o sistema.	-Demanda adaptação simples dos sistemas domésticos de água existentes para abastecer áreas remotas e escolas, clínicas e/ou comunidades.
Nível otimizado de desempenho	-O tratamento de água é eficaz e confiável que permite a remoção de elementos químicos, metais e alguns orgânicos persistentes.	-Utiliza energia solar e de rede para otimizar a distribuição e o uso da água em comparação com os sistemas tradicionais.

Fonte: Elaborado a partir de Weyrauch e Herstatt (2017) e Molina-Maturano *et al.* (2020).

Os casos citados nos Quadros 5 e 6 demonstram o atendimento às necessidades locais, além de redução de custo de uso/aquisição, simplicidade na utilização e otimização no funcionamento e na manutenção, em comparação com outros sistemas tradicionais vigentes (Weyrauch; Herstatt, 2017; Molina-Maturano *et al.*, 2020; Wohlfart *et al.*, 2016; Hossain, 2021a). Seguindo esse argumento, nota-se que a abordagem frugal não apenas considera as restrições econômicas, mas também físicas (funcionais) e de conhecimento para a criação de empreendimentos (Busch, 2021). No processo empreendedor, esses critérios podem ser observados como uma série de elementos que permitem explorar oportunidades de negócios que impactam a mais pessoas (Farooq, 2017; Walden; Lie, 2021; Hossain, 2018; Hossain; Sarkar, 2023).

De acordo com Uygun e Gujrati (2020), o empreendedorismo e a inovação são como dois lados de uma moeda, o que os coloca como aliados essenciais na construção teórico-prática. Para Ratten (2019, p. 15, tradução nossa) a IF “envolve inevitavelmente o empreendedorismo devido à sua ênfase na mudança social e transformacional”, sendo sua relação indispensável para a condução de estudos em contextos com recursos limitados. Considerando essas argumentações, no presente estudo, entende-se o EF como um processo que nasce e nutre-se nas características da IF para geração e difusão de soluções e modelos de negócios frugais. A seguir é apresentado o conceito, as características e as categorias do EF.

2.2 Empreendedorismo Frugal

2.2.1 Origem e conceito

A trajetória histórica do empreendedorismo e sua transformação, sempre foi marcada pela prática da frugalidade para alavancar a economia, em épocas e ambientes adversos cercados de incerteza (Bhatti; Ventresca, 2013). Como evidência, tem-se a experiência de Adam Smith (1981), economista do século XVIII, que considerou a frugalidade de consumo, a

partir da poupança, como uma forma de crescimento e preservação do capital para enfrentar tempos de austeridade e eventuais circunstâncias imprevistas. Em 1752, empreendedores como o Benjamin Franklin já utilizavam a frugalidade como estratégia para projetar produtos que respondessem aos problemas cotidianos. Soluções como o para-raios, o forno de ferro, os óculos bifocais e o hodômetro de carruagem, demonstram como, desde tempos remotos, as adversidades eram utilizadas como impulsionadoras da inovação para atingir a liberação econômica (Bhatti; Ventresca, 2013).

Em consonância com Wilk e Cliggett (2007), a frugalidade esteve presente na cultura americana em 1912, com o *Do It Yourself* (DIY), quando as pessoas eram encorajadas a fazer seus próprios objetos com o propósito de economizar dinheiro. Na sociedade britânica de 1940, com o *Civilian Clothing 1941*, a frugalidade foi utilizada como esforço inventivo para entregar produtos atrativos, de alta eficiência, qualidade e baixo custo (Radjou *et al.*, 2012; Bhatti; Ventresca, 2013). Filosofias de produção propostas por Henry Ford e pelo sistema japonês *Lean Process* também dão constância do uso da frugalidade no empreendedorismo, e deram passo a conceitos pioneiros de *Just-in-Time*, melhoria contínua, miniaturação e *Kaizen*, que permitiram responder à austeridade de recursos originados pela guerra (Soni; Krishnan, 2014; Wilk; Cliggett, 2007).

Muito embora a dinâmica global tenha passado por inúmeras transformações, as restrições de recursos continuam sendo um desafio no processo empreendedor. Na literatura da área, a frugalidade é associada ao processo empreendedor, por meio do uso das características da IF, com o intuito de explorar oportunidades em ambientes restritos (Ma *et al.*, 2015). Diversos pesquisadores e empreendedores têm-se interessado por essa associação teórico-prático (Ratten, 2019), como fonte de aprendizagem “[...] sobre como ser inovador e criativo com recursos limitados” (Shepherd *et al.*, 2020, p. 123, tradução nossa).

Essa prática é chamada de EF e consiste na conceição de produtos, serviços, processos e métodos, por meio de modelos de negócios que geram valor comercial e social, reduzindo significativamente o uso de recursos (Hossain; Sarkar, 2023; Michaelis *et al.*, 2020). Hossain (2018; 2020; 2022), Hossain *et al.* (2016) e Hossain e Sarkar (2023) prestaram relevantes contribuições para extensão do conceito desse tipo de empreendedorismo. Segundo os autores, o EF refere-se a uma nova forma do processo empreendedor, fundamentalmente baseado na criação, desenvolvimento e disseminação de uma ou mais inovações frugais para atender às demandas de clientes de baixa renda (Angot; Ple, 2015; Chliova; Ringov, 2017). Na literatura é possível identificar duas formas de EF, e são descritas a seguir.

2.2.2 Categorias e casos de Empreendedorismo Frugal

No estado da arte é possível identificar diferentes fontes da ação empreendedora com enfoque frugal, cujas características distintivas permitiram o surgimento de duas categorias principais do EF, sendo elas: Empreendedorismo Frugal Corporativo (EFC) e Empreendedorismo Frugal de Base (EFB). Essas duas vertentes possuem semelhanças e diferenças, advindas das noções da IF em mercados emergentes e desenvolvidos, expostas no Quadro 7.

Quadro 7 – Síntese das categorias do EF

Categoria	EFB	EFC
Criador / Formação	-Indivíduos empreendedores que fazem parte do seu público-alvo; -Geralmente pessoas sem educação formal, mas com experiência prévia em alguma atividade técnica.	-Corporações; -Geralmente pessoas especializadas em produção e com educação formal.
Processo de decisão	- <i>Bottom-up</i> .	- <i>Top-down</i> .
Noções conceituais da IF	-IFB.	-IFC.
Impulso	-Resolver um problema.	-Oportunidade de mercado.
Aspecto econômico	-Motivação secundária, baixa rentabilidade econômica aceitável; -Utilizado para sustentar a iniciativa ou escalar a proposta frugal.	-Principal motivação. Meta de alta lucratividade.
Aspecto social	-Principal motivação.	-Motivação secundária.
Aspecto ambiental	-Acontece em alguns casos.	-Acontece em alguns casos.
Qualidade	-Boa o suficiente para os usuários.	-Em linha com a marca da empresa.
Escalonamento	-Produção de produtos únicos em pequenas quantidades, para cumprir a missão social.	-Produção em massa.
Processo de desenvolvimento	-Processo simples, com restrição de recursos; -Improvisação; -Rápido, fácil e com constante prototipação.	-Processo com uso de tecnologia de ponta; -Processo estruturado, baseado em métodos; -Elaboração de protótipos.
Fatores-chave	-Uso de contribuições de outros designers; - <i>Codesign</i> .	-Equipes especializadas em P&D; -Design Participativo.
Desafios	-Aumento da escala, que depende da capacidade de captura de valor econômico.	-Canibalismo por oferta existente; -Efeitos negativos na marca.

Fonte: Elaborado a partir de Wohlfart *et al.* (2016), Hossain e Sarkar (2023) e Hossain (2022).

As ações empreendedoras frugais são dinâmicas que, em ambientes corporativos, já haviam sido utilizadas por engenheiros, desde as décadas de 1960 e 1980, a partir de processos de engenharia reversa, engenharia apropriada e engenharia enxuta, com o intuito de fazer mais com menos. Na Índia, o uso proposital desses processos em ambientes com restrição de recursos foi nomeado de Engenharia Frugal, por Carlos Ghosn, ex-presidente e diretor executivo da *Renault-Nissan Alliance*, sendo ela precursora das noções da IF, em âmbitos empresariais, por meio de atividades que visam a redução do custo de fabricação de produtos em países em desenvolvimento (Athreye; Kapur, 2009; Immelt *et al.*, 2009).

As bases dessas atividades empresariais deram origem ao EFC. Trata do processo

empreendedor que insere a perspectiva da IFC em atividades industriais existentes, por meio de equipes especializadas em P&D, com o intuito de explorar oportunidades de negócios junto aos usuários em vulnerabilidade para criar soluções frugais em massa. Essas soluções são alinhadas à marca vigente da organização, a fim de aumentar sua lucratividade, enquanto proporcionam benefícios sociais (Bhatti; Ventresca, 2013).

Conforme Ezeudu *et al.* (2022), em nível local, essas atividades empresariais são nomeadas de Empreendedorismo Frugal Corporativo Doméstico, composta por empresas nacionais que reconfiguraram seu portfólio de recursos, processos e modelos de negócios para atender às necessidades do mercado local, principalmente composto por comunidades da BoP (Hossain, 2020; Prahalad, 2012). Para os autores, a maioria das organizações que incursionam em tais atividades não pretendem resolver problemas sociais, mas sim encontrar e explorar uma oportunidade de negócio enquanto atendem às demandas de um amplo mercado negligenciado, se aproximando aos propósitos da IBoP (Levänen *et al.*, 2016; Munshi, 2009). Bhatti (2012) aponta que, em 2002, já era possível identificar o uso da frugalidade em cenários corporativos de países emergentes. No Quadro 8, apresentam-se as mais populares da época.

Quadro 8 – Empreendimentos frugais corporativos pioneiros da década de 2000

Ano	Nome da iniciativa	País	Descrição
2002	<i>Auroralab Lenses.</i>	Índia.	Lente intraocular de US \$5 do <i>Aravind Eye Hospital</i> .
2007	M-Pesa.	Quênia.	Transferência de dinheiro pelo celular.
2008	<i>Hospital Devi Shetty Narayana.</i>	Índia.	US \$800 por cirurgia cardíaca na Índia.
2008	<i>Tata Nano.</i>	Índia.	Carro de US \$2.000 para pessoas da Índia

Fonte: Elaborado a partir de Bhatti (2012).

Dentre os empreendimentos apresentados, pode-se destacar o renomado caso da empresa *Tata Motors*, organização indiana que se aventurou na produção de veículos para consumidores locais de baixa renda, sob a ótica da otimização econômica e funcional (Sehgal *et al.*, 2010). Seguindo a proposta da Engenharia Frugal, em 2006 a iniciativa desenvolveu um carro frugal, cujo principal público-alvo eram famílias que possuíam apenas uma moto. O automóvel cumpria com os atributos mínimos para um transporte funcional, com um preço inicial de \$100.000 rúpias indianas, que lhe conferiu a sua catalogação como o “carro do povo” e “carro mais barato do mundo” (Tiwarei; Herstatt, 2012b; Winkler *et al.*, 2020). Dito valor foi dado pela ausência dos seguintes elementos: direção hidráulica, retrovisores rebatíveis, ar condicionado, sistema de som, porta-luvas, bancos não ajustáveis e *airbags*. Ademais, foram utilizados materiais, processos e mão de obra de baixo custo, o que justificou a presença de grande quantidade de plástico (ao invés de chapas metálicas), e juntas de chassi rebitadas (ao invés de soldadas) (Thomas *et al.*, 2015).

Figura 3 – Carro Tata Nano

Fonte: *Financial Express* (2018).

O carro da Figura 3 conseguiu cumprir com todos os requisitos legais e de segurança na Índia e atendeu às necessidades dessa população, em termos de transporte de pessoas e mercadorias, proteção contra intempérie/sujeira e condução dentro do limite de velocidade permitido. Não obstante, após o seu sucesso de 2008, a *Tata Nano* se deparou com problemas internos e externos que levaram ao retrocesso do produto. Segundo Winkler *et al.* (2020), o lugar de fabricação foi relocado devido a protestos locais e problemas políticos, gerando um atraso nas entregas dos primeiros carros. Coadunado a isso, a capacidade fabril da organização não conseguiu responder ao canibalismo gerado pelas ações de marketing, criando incumprimentos nas encomendas. No contexto europeu, o veículo não foi admitido visto que não atendia aos requisitos principais de segurança da Organização das Nações Unidas – ONU (Tiwari; Herstatt, 2012b).

Embora essa iniciativa tenha passado pelo fracasso comercial internacional, sua experiência permitiu evidenciar diversos aprendizados em práticas com enfoque frugal. Winkler *et al.* (2020) e Tiwari e Herstatt (2012b) elencam os seguintes ensinamentos:

- As práticas empreendedoras que visam a formulação de inovações frugais precisam incluir estudos profundos do mercado-alvo, já que os requisitos básicos funcionais das soluções podem diferir conforme seu contexto de aplicação;
- A otimização do desempenho das soluções frugais deve estar inter-relacionada ao usuário para representar requisitos locais e obrigações legais, sendo essa dinâmica um indicador do sucesso ou fracasso das ações do EF;
- O sucesso das inovações frugais não está apenas ligado ao preço baixo e à redução no custo de propriedade. Questões de qualidade e segurança são importantes e não podem ser descartadas;

- O modelo de negócio das inovações frugais deve ser construído a partir das necessidades do mercado, para selecionar as capacidades empreendedoras e os recursos de produção adequados; e
- Estabelecer relações com organizações locais permite conhecer as reais demandas específicas dos usuários.

A partir dos aprendizados, o grupo empresarial lançou em 2013 uma nova versão do *Tata Nano* para jovens a um preço mais elevado, renovando o veículo (sistema de som, calotas e acabamentos cromados) e gerando uma nova campanha de posicionamento para recuperar seu prestígio (Thomas *et al.*, 2015). Além dessa iniciativa, a *Tata Group*, junto às suas organizações *Tata Chemicals Limited* e a *Tata Consultancy Services*, têm criado outras formas de IF na Índia, a saber: (i) o *Tata Swach*, um purificador de água; e (ii) o *Home Infotainment Platform* (HIP), uma plataforma de informação e comunicação que fornece *gateway* de internet em aparelhos de televisão. Ambas as soluções se caracterizam por fornecer redução substancial de custo, simplicidade tecnológica, facilidade de uso, robustez e portabilidade (Rao, 2013).

A *Godrej & Boyce Manufacturing* é outra iniciativa indiana que tem se interessado pela produção de inovações frugais. Esse empreendimento desenvolveu o *ChotuKool*, um mini refrigerador de 43 litros que pode manter uma temperatura interna entre 5°C e 15°C, permitindo o armazenamento de bebidas, vegetais e outros objetos. O valor comercial inicial da solução é de \$3.500 rúpias, o que representa cerca da metade do custo dos minifrigoríficos tradicionais. O artefato exige apenas uma fonte de alimentação de 12 *volts* e pode funcionar com baterias ou energia solar, permitindo atender aos usuários em áreas rurais que não possuem acesso à eletricidade. Na Figura 4, pode ser observada a estrutura da geladeira.

Figura 4 – Geladeira *ChotuKool*



Fonte: *World Intellectual Property Organization* – WIPO (2013).

Para o processo de desenvolvimento da solução, o pessoal do empreendimento frequentou constantemente seu público-alvo para obter uma ampla compreensão de seu estilo

de vida e incorporar suas opiniões na confecção do produto. Para entregar a solução, foram utilizadas as redes existentes de distribuição local, além de incluir as mulheres empreendedoras da comunidade como vendedoras, abrindo oportunidades de empoderamento feminino na Índia. Esse exemplo de EFC, demonstra como os desafios de ambientes com restrição – infraestrutura fraca, baixo poder aquisitivo, educação limitada dos usuários e grande diversidade cultural –, podem ser utilizados como potencial para descobrir novas demandas, criar novos mercados e estabelecer indústrias nacionais, em territórios que comumente dependem de nações avançadas para ter acesso à tecnologia (*Ministry of Foreign Affairs of Japan*, 2012).

Em 2004, o caso do *Dacia Logan*, um carro pequeno familiar com preço de US \$5 mil criado pela *Renault*, na França, e pela *Dacia*, na România, já vislumbrava o uso da frugalidade em empreendimentos corporativos na Europa. De acordo com Wohlfart *et al.* (2016) foi a publicação do livro “*The Fortune at the Bottom of the Pyramid*”, de Prahalad (2010), que impulsionou o potencial disruptivo e transformador das soluções frugais em corporações de nações desenvolvidas. Essas organizações identificaram na IF uma oportunidade de criação de vantagem competitiva (Prahalad; Hammond, 2002).

A partir de adaptações em processos de P&D, por meio de métodos de Design e Engenharia, grandes organizações de países avançados, têm analisado cuidadosamente as necessidades dos usuários, para transformar produtos e processos existentes e atender tanto aos *middle class consumers*⁹, quanto aos *low-income consumers*¹⁰. (Wohlfart *et al.*, 2016). Como exemplo disso, tem-se um Veículo Comercial Leve (VCL) denominado *Dost*, desenvolvido a partir de um *joint venture* entre a companhia japonesa *Nissan Motor* e o grupo empresarial indiano *Ashok Leyland*. Trata-se de uma picape básica com preço inicial de \$3,7 lakhs, fabricada para fornecer transporte seguro e econômico de mercadorias na Índia. O caminhão possui uma capacidade de carga útil de 1,25 toneladas (*Nissan Motor*, 2011) que facilitou o transporte para populações de baixa renda. Na Figura 5, apresenta-se o automóvel.

⁹ Os consumidores de classe média são aqueles sujeitos que vivem acima do nível de subsistência e gastam seu tempo e renda disponível para melhorar sua qualidade de vida (Cavusgil *et al.*, 2018).

¹⁰ Segundo Darley e Johnson (1985), os consumidores de baixa renda são definidos como indivíduos cujos recursos financeiros não são insuficientes para atender às suas necessidades básicas. Isso os torna incapazes de obter os bens e serviços necessários para um padrão de vida adequado e socialmente aceitável.

Figura 5 – Caminhão Dost

Fonte: *Indianautos blog* (2013).

De acordo com Niroumand *et al.* (2020), Tiwari *et al.* (2016), e Rossetto *et al.* (2018), as iniciativas frugais corporativas realizam diversas ações para coproduzir inovações frugais, entre elas:

- Otimização do espectro de funcionalidade, usando material barato e integrando componentes de fornecedores locais;
- Substituição e/ou eliminação de materiais e atividades vistas como pouco importantes pelos usuários;
- Treinamento para identificação e compreensão dos aspectos socioculturais locais;
- Combinação e reaproveitamento de componentes e processos existentes localmente que ajudam a reduzir custos de desenvolvimento;
- Padronização de estruturas e processos que permitem agilizar a entrega da proposta de valor, além de facilitar o uso e a manutenção da solução, garantindo a qualidade e a ênfase nos clientes;
- Configurações locais de toda a cadeia de valor para gerar novas abordagens de produção e vendas adequadas ao perfil dos usuários;
- Seleção de matérias, parceiros, processos de produção e de distribuição ecoeficientes; e
- Avaliação holística de produtos e serviços, apoiada na análise dos processos de extração de matéria-prima, fabricação de bens intermediários/finais e fases de uso, descarte e reciclagem.

Como se viu anteriormente, a adoção da IF em grandes organizações, tanto em mercados emergentes quanto em desenvolvimento, implica importantes mudanças no processo de desenho e produção tradicional, ao exigir *know-how* técnico e processual, ajustado aos requisitos locais para traduzir necessidades em opções de funcionalidades de produto

(*European Commission*, 2017b), sem abalar a qualidade da marca já oferecida ao mercado (Wohlfart *et al.*, 2016).

Em comunidades de ambientes restritos, o processo empreendedor com enfoque frugal tem sido denominado como EFB. Consiste em um processo que surge a partir de sujeitos da BoP, os quais utilizam suas capacidades técnicas e habilidades manuais, de forma criativa, para desenvolver soluções únicas e em pequenas quantidades que se tornam posteriormente em iniciativas empresariais, a fim de melhorar as condições de vida das suas populações (Hossain *et al.*, 2021; Hossain, 2021a). O principal motor dessa categoria de empreendedorismo é a resolução de problemas sociais prementes, resultantes de falhas institucionais, por meio de soluções apropriadas a suas realidades (Mair *et al.*, 2012; Bocken; Short, 2016).

Embora o principal objetivo do EFB seja a questão social, ele não deixa de lado o apelo econômico. Nos seus inícios, os empreendedores frugais de base concentram-se em uma única inovação e, à medida que as demandas crescem, ampliam suas linhas de produtos para obter ganhos financeiros e escalar o impacto da solução (Hossain, 2022). Sob o *slogan* “ajudar uns a outros”, esses indivíduos buscam apoio de pessoas e organizações próximas que complementam seus recursos humanos (mão de obra qualificada), técnicos (conhecimento em patentes) e financeiros (suporte econômico para escalonamento) (Hossain, 2020, 2021a; Hossain *et al.*, 2021).

Esse aspecto salienta uma importante aproximação entre o EFB e o empreendedorismo social. O último consiste em uma organização híbrida que combina valor social com valor econômico, sendo a dimensão social uma fonte para gerar novas e melhores estratégias que permitem enfrentar problemas locais, a partir do meio do fornecimento de bens ou serviços (Janssen *et al.*, 2018). Já a dimensão financeira, similar à EFB, é utilizada para fortalecer o empreendimento, se expandir e ter recursos para criar novas inovações (Defourny; Nyssens, 2010). Nesse sentido, o empreendimento social apresenta semelhanças com o EF, na sua vertente de base, cuja organização produtora pode ter fins lucrativos ou não (Hossain *et al.*, 2021; Hossain, 2021a). Isso depende da natureza das necessidades atendidas, do escopo de obtenção de capital, bem como da capacidade de captura de valor econômico (Mair; Martin, 2006). Nesse sentido, a intencionalidade econômica do EFB e do empreendedorismo social, é um meio e não um fim para sustentar a iniciativa, enquanto a intencionalidade social é uma condição *sine qua non* do processo de inovação da empresa (Bacq; Janssen, 2011; Di Domenico *et al.*, 2010).

Além dos objetivos social e econômico, as atividades do EFB podem resultar, em certas ocasiões, em um efeito cascata ao desempenho ambiental, ao envolver o uso alternativo de

materiais descartados e disponíveis localmente (Sarkar, 2018; Cherrier *et al.*, 2018). Os empreendedores frugais de base reutilizam e combinam recursos, de formas engenhosas, para reduzir custos de produção, especialmente quando a sua aquisição é onerosa (Bhatti, 2012; Pansera *et al.*, 2017; Desa; Basu, 2013). De acordo com Hossain (2020), ações como reciclagem, gestão de resíduos e uso mínimo de recursos, são utilizadas com frequência para desenvolver inovações frugais, o que pode provocar impactos colaterais positivos no aspecto ecológico (Ojo *et al.*, 2023). Essas considerações colocam ao EFB como uma ação empreendedora que, em determinados casos, favorece o cuidado ambiental.

A seguir, no Quadro 9, expõem-se exemplos de empreendimentos frugais de base que apresentam diversas propostas de valor, a partir da exploração de novas maneiras de usar os recursos e processos existentes.

Quadro 9 – Exemplos de empreendimentos frugais de base

Empresa de base	Solução Frugal	Perfil do empreendedor	Materiais Alternativos	Proposta de valor
<i>Ksheera Enterprises.</i>	Ordeneira mecânica de baixo custo.	Ex-professor e agricultor.	Uso de uma bomba de sucção de calha como base para o desenvolvimento de uma máquina de ordenha. Atende à falta de eletricidade em áreas rurais.	-Elimina a necessidade de ordenha manual; -Permite ordenhar a uma velocidade de até 2 litros por minuto; -Ordenha 10 vacas, uma após a outra, em cerca de uma hora.
<i>Dolphin Engimech.</i>	Máquina de fazer tala de bambu.	Sem educação formal, técnico mecânico.	Uso de esterco de vaca para fazer potes.	-Longa vida útil, alta funcionalidade e baixa manutenção.
<i>Jayaashree Industries.</i>	Máquinas mecânicas para fazer absorventes higiênicos de baixo custo.	Sem educação formal, diarista, assistente em uma oficina de reparo de máquinas, operador de torno mecânico, agente de seguros e agente de venda de fios.	Uso de fibra de banana e fibra de bambu para fazer absorventes higiênicos.	-Proporciona absorventes higiênicos acessíveis que quebram o tabu social sobre a menstruação feminina na Índia rural; -As máquinas são principalmente vendidas por mulheres que iniciam um empreendimento social, para fabricar e vender absorventes higiênicos nas suas comunidades.

Fonte: Elaborado a partir de Hossain (2020, 2022, 2021 ab), Hossain *et al.* (2021) e Hossain e Sarkar (2023).

Como visto nesta subseção, o EFC e o EFB podem ser consideradas formas de empreendimento valiosas na construção de alternativas para populações com ou sem capacidade de renda, uma vez que conjugam responsabilidade sociocultural, princípios de equidade e interesses da indústria para gerar e entregar valor. Além das informações apresentadas, foram examinados na literatura os aspectos teóricos que contribuem na geração de inovação e empreendedorismo frugais, cujos dados são discutidos a seguir.

2.2.3 Aspectos teóricos sobre inovação e empreendedorismo frugais

Um grupo de aspectos teóricos foi reunido a partir de diversos estudos nacionais e internacionais, seguindo os critérios descritos na subseção 3.1.1 (Ver Quadro 13). No estudo ora apresentado, optou-se por focar em 7 categorias, compostas por 21 tópicos teóricos identificados na literatura. A justificativa foi dada por se tratarem de elementos frequentes nas publicações mapeadas que descrevem as características e as abordagens teóricas específicas do processo de geração de soluções e modelos de negócios frugais. No Quadro 10, expõe-se cada tópico por categoria teórica.

Quadro 10 – Síntese de aspectos teóricos que apoiam a geração de IF e EF

Categoria	Tópico teórico	Relação com a IF e o EF	Fundamentação teórica
Design.	DCU.	A IF e o EF são influenciadas pelas necessidades e características dos indivíduos que interagem com o produto/serviço frugal.	Santiago <i>et al.</i> (2019), Lecomte <i>et al.</i> (2013) e O'Neill <i>et al.</i> (2012).
	Design Sistémico.	A IF e o EF surgem por meio de um passo a passo, estruturado, que integra aspectos dos usuários e do seu ambiente, para geração de produtos e serviços que atendem a necessidades reais.	Santiago <i>et al.</i> (2019), Lecomte <i>et al.</i> (2013), RELIF (2020, 2023) e O'Neill <i>et al.</i> (2012).
	Design Modular.	A IF e o EF são resultado da reutilização e/ou substituição de subsistemas dos produtos para abrir novos caminhos de produção.	Belkadi <i>et al.</i> (2018), Belkadi <i>et al.</i> (2017), Masters (2020), Pisoni <i>et al.</i> (2018), Sharmelly e Ray (2018) e O'Neill <i>et al.</i> (2012).
Negócios.	Teoria da gestão organizacional.	A IF e o EF são influenciados pelos valores, crenças e estruturas da organização.	Immelt <i>et al.</i> (2009), Gupta V. P. (2011) e Horn e Brem (2013).
	Teoria dos <i>stakeholders</i> .	A IF e o EF são resultado da interação com diversos parceiros (usuários, fornecedores e até concorrentes) de diferentes contextos geográficos e áreas de atuação.	Ratten (2017, 2019), Bhatti <i>et al.</i> (2018), Schlossberg e Zimmerman (2003), Lozano (2008), RELIF (2023), Sharmelly e Ray (2018), Brem <i>et al.</i> (2020), Rossetto <i>et al.</i> (2018) e Bendul <i>et al.</i> (2017).
	Economia social e solidária.	A IF e o EF são resultado do trabalho colaborativo e solidário entre diversos atores da sociedade.	Ratten (2019).
	Modelos de negócio.	A IF e o EF são resultado da identificação de necessidades como oportunidades de negócio em ambientes com restrições de recursos.	Ratten (2019), Hossain (2018, 2020, 2022), Hossain <i>et al.</i> (2016) e Hossain e Sarkar (2023).
Empreendedorismo.	Bricolagem empreendedora.	A IF e o EF são resultado da combinação criativa e improvisada de recursos disponíveis para democratizar a tecnologia.	Ratten (2019), Corsini <i>et al.</i> (2020), Vesci <i>et al.</i> (2021), Senyard <i>et al.</i> (2011), Ernst <i>et al.</i> (2015), Cai <i>et al.</i> (2019), Santos (2018), Sharmelly e Ray (2018) e Iqbal <i>et al.</i> (2022).
	Movimento <i>maker</i> .	A IF e o EF são resultado da necessidade de experimentar e criar novos produtos/serviços inclusivos e de baixo custo.	Ratten (2019).
	Empreendedorismo social.	A IF e o EF utilizam as noções do empreendedorismo social para gerar valor social e inclusivo.	Ratten (2019) e O'Neill <i>et al.</i> (2012).

(continua)

(conclusão)

Categoria	Tópico teórico	Relação com a IF e o EF	Fundamentação teórica
Empreendedorismo.	Empreendedorismo sustentável (<i>triple bottom line</i>).	A IF e o EF contribuem, em alguns casos, no atendimento simultâneo de aspectos sociais, ambientais e econômicos. Possuem uma forte relação com os ODS.	Rao (2013), Placet <i>et al.</i> (2015), Levänen <i>et al.</i> (2016), Basu <i>et al.</i> (2013), Rosca <i>et al.</i> (2017), Pisoni <i>et al.</i> (2018), Molina-Maturano <i>et al.</i> (2020), Fischer <i>et al.</i> (2020), Manishimwe <i>et al.</i> (2024), Iqbal <i>et al.</i> (2022), Gandenberger <i>et al.</i> (2020), Gerybadze e Klein (2020), Bas (2020), Agarwal e Brem, (2017), Niroumand <i>et al.</i> (2020), Ratten (2017, 2019), Busch (2021), Albert (2019), Hossain (2017, 2022, 2021ab, 2020), Hossain e Sarkar (2023), Hossain <i>et al.</i> (2021), Hyvärinen <i>et al.</i> (2016), Moldan <i>et al.</i> (2012), Prabhu e Jain (2015) e Khan (2016).
Engenharia.	Ergonomia.	A IF e o EF são resultado de adaptações substanciais às necessidades psicofisiológicas das condições de trabalho dos usuários.	Brem <i>et al.</i> (2020).
	Ciclo de vida do produto e Economia Circular (EC).	A IF e o EF são resultado do <i>feedback</i> das partes envolvidas na cadeia de valor do produto. Utilizam as noções da EC para reutilizar recursos e gerar impacto positivo no meio ambiente.	Rossetto <i>et al.</i> (2018), Santiago <i>et al.</i> (2019), Ezeudu <i>et al.</i> (2022), Bhatti (2012), Prabhu e Jain (2015), Radjou <i>et al.</i> (2012), PNUD (2022), Schroeder <i>et al.</i> (2019) e Ibarra-Baidón (2019).
	Logística e operações humanitárias.	A IF e o EF utilizam logística e operações com enfoque humano para incluir mais pessoas no processo de design, desenvolvimento, entrega e manutenção de produtos.	O'Neill <i>et al.</i> (2012).
Psicologia.	Teoria da identidade.	A IF e o EF são influenciados pelas experiências comportamentais dos empreendedores.	Ratten (2019), Michaelis <i>et al.</i> (2020) e Lastovicka <i>et al.</i> (1999).
	Teoria social cognitiva.	A IF e o EF são influenciados pela capacidade de aprendizagem social dos empreendedores e usufruários da inovação.	Ratten (2019) e O'Neill <i>et al.</i> (2012).
	Teoria do prospecto.	A IF e o EF são influenciados pelas motivações dos indivíduos na geração e uso de uma nova forma de inovação.	Ratten (2019).
Antropologia e Sociologia.	Etnografia.	A IF e o EF utilizam a etnografia para entender os estilos de vida dos usuários e atender aos seus padrões socioculturais.	Ratten (2019), O'Neill <i>et al.</i> (2012) e RELIF (2023).
	Sociologia da cultura.	A IF e o EF são influenciados pelos aspectos culturais e sociais da população que a utiliza.	Ratten (2019) e O'Neill <i>et al.</i> (2012).
Política.	Coprodução institucional.	A IF e o EF são resultado da ausência de resposta dos governos a questões sociais. Demandam a interação dos usuários como coprodutores da tecnologia.	Annala <i>et al.</i> (2018), Annala (2021) e Cunha <i>et al.</i> (2014).
	Política de ciência e tecnologia.	A IF e o EF consideram regulamentações políticas de ciência e tecnologia local para entregar valor no mercado e aproveitar estímulos à geração de novos produtos inovadores.	Ratten (2019), Annala <i>et al.</i> (2018) e Annala (2021).

Fonte: Elaborado pela autora.

A compilação desses tópicos e as relações expostas, salientam perspectivas de diferentes áreas do conhecimento, associados a: Design, Engenharia, Negócios, Empreendedorismo, Psicologia, Antropologia, Sociologia e Política. A diversidade desses saberes (inter e transdisciplinares), colocam a proposição de tecnologias e sistemas frugais como uma prática holística que integra aspectos humanos, culturais, financeiros, geográficos, sociotécnicos e organizacionais. Nesse sentido, o uso do enfoque frugal em produtos e serviços, implica um diálogo entre necessidades individuais e coletivas, sob diferentes perspectivas teóricas, para equilibrar os interesses dos sistemas social, econômico e territorial.

Os resultados também indicam o exercício da IF e do EF como um processo que propõe recombinação estratégica, criativa e ágil de materiais disponíveis, colocando as restrições como ocasiões para impulsionar novas formas de gerar valor. Processo esse que, utiliza informações de diversos agentes da sociedade para resolver desafios negligenciados por governos ou empresas convencionais. Assim, considerando as diversas categorias apresentadas no Quadro 10, pode-se concluir, que a IF e o EF, enquanto ações colaborativas, são abordagens valiosas na construção de soluções alternativas e apropriadas às distintas realidades das populações.

Para Ratten (2019), a seleção e aplicação desses aspectos teóricos depende do contexto e da natureza dos artefatos que sejam projetados. Neste trabalho, o grupo de dados acessados e o conjunto de elementos expostos neste capítulo permitiu conhecer o contexto do estudo, assim como construir um alicerce preliminar dos elementos teóricos mais adequados à educação em IF e EF em cenários universitários brasileiros. A continuação, são apresentados os materiais e métodos utilizados para o presente estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa exploratória, de caráter aplicada, com abordagem mista, por meio de preceitos da DSR e da PAP, visando proporcionar robustez teórica ao estudo para alcançar uma compreensão profunda dos temas tratados, e para o desenvolvimento de um artefato voltado à solução do problema identificado.

De acordo com Collis e Hussey (2005), a pesquisa exploratória é realizada sobre um problema ou uma questão de pesquisa quando há pouco ou nenhum estudo anterior, tendo como objetivo procurar padrões, ideias ou hipóteses. Uma vez que o tema sobre IF e EF na educação no Brasil ainda é emergente (Fischer *et al.*, 2020), verifica-se a aderência ao caráter exploratório do estudo. O caráter aplicado do trabalho é justificado por se tratar da primeira pesquisa de que se tem conhecimento que realiza esforços empíricos para *codesign* de um *framework* em IF e EF, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O caso de estudo ainda não realiza atividades formais de educação dessas temáticas com participação de comunidades da BoP local, pelo qual, o estudo representou uma oportunidade inédita para desenvolver, *in situ*, processos de formação junto a essas populações.

A abordagem quantitativa foi usada para mensurar opiniões, preferências e a importância de atividades (Gil, 2010), a fim de realizar uma confrontação dos achados da literatura com as experiências acadêmicas e empreendedoras dos participantes. Já abordagem qualitativa foi empregada para a obtenção do máximo de clareza sobre as múltiplas percepções da realidade de grupos sociais em ambientes sociotécnicos, de modo a conservar as características e os significados do seu cotidiano (Gil, 2010; Pansera; Owen, 2015).

A DSR e a PAP foram adotadas para traçar e conduzir o caminho metodológico da pesquisa, conforme informado na Figura 1 (introdução). Na sequência, são apresentadas informações acerca dessas estratégias metodológicas, para, posteriormente, apresentar as etapas e os procedimentos empregados na coleta e na análise dos dados.

3.1 Percurso da pesquisa: descrição e justificativas

Em contextos universitários, o uso de abordagens participativas é importante para que o Design Educacional caminhe em uma “[...] tríplice orientação: o que fazer, para que fazer e como fazer [...]” (Marx *apud* Martins, 2004, p. 58). Seguindo essa consideração e em cumprimento ao objetivo geral da pesquisa – desenvolver e estabelecer um *framework* que

represente e auxilie o processo de educação em IF e EF em contextos universitários brasileiros –, foram utilizados preceitos das estratégias metodológicas de DSR e PAP.

A DSR, também conhecida como *Constructive Research*, *Design Research* e *Design Science Research Methodology Design Cycle*, trata de um paradigma epistemológico que integra Design e Engenharia para guiar pesquisas orientadas à formulação de soluções alternativas de problemas. Ela permite fortalecer a base de conhecimento existente, por meio da projeção e/ou implementação de artefatos suficientemente adequados para o contexto em estudo (March; Smith, 1995; Hevner *et al.*, 2004; Manson, 2006; Järvinen, 2007; Chakrabarti, 2010; Dresch *et al.*, 2015). A sua origem advém do norte-americano e Nobel de Economia Herbert Alexander Simon, por meio da sua obra “As ciências do artificial”. A publicação do livro em 1969 introduziu a expressão *Science of Design*, que posteriormente passou a ser *Design Science*. Tempo depois, March e Smith (1995) e Vaishnavi e Kuechler (2004) apresentaram a expressão sob a denominação de *Design Science Research*. Hoje, a DSR é utilizada em diversas áreas do conhecimento, tais como: arquitetura, ciências sociais, gestão, sistemas de informação e educação. Neste estudo, foi utilizada a proposta de Dresch *et al.* (2015) como base para determinar a trajetória metodológica de design, desenvolvimento e avaliação do *framework*. No Quadro 11, apresentam-se as etapas propostas pelos autores.

Quadro 11 – Etapas da DSR

Etapas	Objetivos
Identificação do problema.	-Delimitar uma questão importante que possa contribuir na formulação de uma solução a um problema ou classes de problemas.
Conscientização do problema.	-Examinar estudos em situações similares e de conhecimento teórico-prático já existente, para entender, enquadrar e definir o problema, bem como definir os critérios necessários para <i>performance</i> do artefato.
Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas.	-Mapear sugestões de possíveis soluções para o problema; -Confirmar se o artefato traz características melhores do que as existentes.
Proposição de artefatos para resolução do problema.	-Propor um ou mais artefatos, considerando sua viabilidade, contexto e situação; -Usar a criatividade e o conhecimento prévio sobre a situação de estudo.
Projeto do artefato.	-Determinar os componentes, requisitos, relações internas e externas de funcionamento do artefato; -Selecionar as técnicas e as ferramentas para o desenvolvimento e avaliação do artefato.
Desenvolvimento do artefato.	-Entender o artefato em seu estado funcional; -Gerar conhecimento aplicável sobre a descoberta de fatos processuais, a partir da construção da solução.
Avaliação do artefato.	-Implementar o artefato, seja em ambiente experimental e/ou contexto real; -Comparar os critérios explicitados na fase de conscientização do problema e os resultados apresentados na avaliação, de modo a medir o comportamento do artefato na solução da situação estudada.
Explicitação de aprendizagens e conclusões.	-Explicar as contribuições (valor) do artefato no avanço do conhecimento; -Apresentar resultados da pesquisa, principais decisões tomadas e limitações do estudo.
Generalização para uma classe de problemas e comunicação dos resultados.	-Determinar se o conhecimento gerado pode ser replicado em situações similares e em diversas organizações; -Selecionar meios de difusão dos resultados da pesquisa, tais como: jornais, revistas setoriais, seminários, congresso, entre outros.

Fonte: Elaborado a partir de Dresch *et al.* (2015).

O uso das etapas mencionadas acima tem sido observado por acadêmicos como oportunidades para traçar um caminho metodológico que contribua na validação de novas ideias em situações reais. Essa argumentação é destacada por Dresch *et al.* (2015), que salientam como ideal a avaliação do artefato em ambientes reais. Nesse sentido, os autores recomendam utilizar “elementos de outros métodos de pesquisa, como a pesquisa-ação [...] uma vez que, muito provavelmente, haverá a necessidade de interação entre o pesquisador, os usuários e as pessoas das organizações na qual o artefato está sendo instanciado” (p. 132). Autores como Sein *et al.* (2011) confirmam essa argumentação, salientando a combinação da PA com a DSR como forma de cocriar valor.

A PA é um método de pesquisa intervencionista que busca solucionar um problema por meio da participação ativa entre pesquisadores e profissionais para construção de planos de ação práticos que atendam à contingência analisada (Baskerville; Myers, 2004). Na literatura, o uso conjunto da DSR e da PA é denominado *Action Design Research* (ADR) e permite a geração de conhecimento prescritivo de design, por meio de colaborações constantes com o cenário estudado para a elaboração de protótipos finais, podendo resultar ainda em um aprimoramento de teorias (Sein *et al.*, 2011; Gill; Chew, 2019). Em estudos acadêmicos, a ADR possibilita a cocriação de valor entre IES e organizações industriais, sendo uma ferramenta ideal para pesquisas aplicadas que visam estabelecer conexões entre a academia e a sociedade (Gill; Chew, 2019).

Muito embora a ADR seja uma das variações da DSR mais difundidas e utilizadas para a cocriação de artefatos, sua contribuição em aspectos sociais, através da participação da BoP, não está explícita. Para Reuver e Keijzer-Broers (2016), os pontos de partida da ADR são principalmente baseados em problemas organizacionais e oportunidades tecnológicas, sem considerar as necessidades sociais como uma oportunidade de investigação. Nessa ótica, observa-se o imperativo de contemplar outras estratégias metodológicas que, sob o paradigma da DSR e da PA, instiguem um engajamento ativo, respeitoso e atencioso às peculiaridades de populações em vulnerabilidade para abraçar questões sociais em estudos científicos.

Essa argumentação tem sido considerada por pesquisadores que, a partir de modificações e/ou extensões da ADR, buscam desenvolver artefatos sob o ponto de vista técnico-social (Haj-Bolouri *et al.*, 2016; Bilandzic; Venable, 2011). Particularmente, a PAP é vista como uma alternativa para adicionar um forte impulso sociocultural na ADR. A PAP é uma abordagem metodológica social, derivada da PA, que privilegia o uso de ferramentas qualitativas e participativas para transferência de conhecimento. Sua principal contribuição está na oportunidade de integrar investigação, educação e participação comunitária, para revelar

condições que geram mudanças socioculturais sustentáveis, e, consequentemente, no desenvolvimento de novos artefatos, importantes ao grupo social investigado (Novaes; Gil, 2009; Wimpenny, 2013; Velásquez *et al.*, 2021; Perz *et al.*, 2022).

Historicamente, a PAP tem a sua origem no trabalho de Kurt Lewin (1946) que, fundamentado na teoria psicossocial, propôs a combinação de teoria e prática da PA com diferentes ferramentas da Pesquisa Participativa (PP). Em 1997, o autor McTaggart já apontava o imperativo da adição do termo participante na PA como forma de diferenciar a PAP dos vários tipos de pesquisa que usufruem dos benefícios dessas modalidades, sendo o colombiano Orlando Fals-Borda (1925-2008)¹¹ e o brasileiro Paulo Freire (1921-1997)¹² seus principais precursores na América Latina. Especificamente, em 1977, Fals-Borda deu força ao uso da terminologia com seu trabalho intitulado “*Por la praxis: cómo intervenir en la realidad para transformarla*”, dando visibilidade à PAP como uma metodologia destinada para processos educacionais investigativos com participação de populações da BoP (Ortíz; Borjas, 2008).

No estado da arte diversos estudos demonstram a contribuição da PAP em práticas educativas que visam o *codesign* de planos de ação participativos com vistas ao desenvolvimento e entrega de produtos e serviços para comunidades em vulnerabilidade. Como exemplo disso, têm-se os trabalhos de Girón *et al.* (2004) e Kang (2016), que identificaram diversas contribuições da PAP na elaboração de processos projetuais, que visam compreender as preferências e as circunstâncias de vida de indivíduos com recursos limitados para desenvolver soluções adequadas aos seus contextos e peculiaridades regionais.

Em termos do uso conjunto da PAP e da DSR, Bilandzic e Venable (2011) têm corroborado seu potencial no desenvolvimento de artefatos de forma participativa. De acordo com os autores, a integração dessas abordagens permite a entrega de soluções satisfatórias para as comunidades atendidas, inserindo valores históricos, econômicos, sociais e territoriais. Outros autores como Haj-Bolouri *et al.* (2016), têm aproveitado os subsídios da inter-relação dessas metodologias para estruturar processos de aprendizagem coletivos. Para os pesquisadores, a PAP e a DSR permitem conduzir, de forma colaborativa, as etapas de concepção, desenvolvimento e avaliação de um artefato, fomentando a cocriação de conhecimento. Acompanhando o embasamento teórico metodológico anterior, no Quadro 12, apresenta-se o trajeto deste estudo, orientado pela combinação de preceitos da DSR e da PAP.

¹¹ Pesquisador colombiano que, a partir da publicação de mais de 30 livros e 70 artigos nacionais e internacionais, difundiu a PAP como vetor de desenvolvimento comunitário (Velásquez *et al.*, 2021).

¹² Freire defendia um sistema democrático de educação e pesquisa, no qual as pessoas e as comunidades participassem da produção de conhecimento sobre si mesmas (Freire, 1987).

Quadro 12 – Percurso metodológico da pesquisa

Propósitos da pesquisa	Etapas do DSR	Atividades	Métodos e técnicas	
Premissa: Uma abordagem metodologia, de caráter didático, que permita integrar estratégias de educação frugal e ADF, junto a indivíduos de comunidades é necessária para alcançar uma análise mais abrangente do tema e congruente com os propósitos de IF e EF: entregar valor para mais pessoas.	Etapa 1: Identificação do problema.	-Revisão preliminar da literatura.	-Revisão narrativa.	
Objetivo específico 1: Examinar preceitos que norteiam práticas de educação frugal e de desenvolvimento de projeto com enfoque frugal.	Etapa 2: Conscientização do problema.	-Revisão específica da literatura. -Survey com participantes da RELIF. -Entrevistas semiestruturadas com docentes da RELIF, da Rede Brasileira de Inovação Frugal (REBRIF) ¹³ ou em conexão com essas redes; -Estabelecimento de critérios de avaliação do artefato, seguindo preceitos da PAP.	-Estatística descritiva; -Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney; -Estatística do Qui-quadrado. -Análise de conteúdo.	
Objetivo específico 2: Selecionar e incorporar estratégias de educação frugal e ADF ao processo educacional em IF e EF de um caso universitário brasileiro.	Etapa 3: Sugestão do artefato.	-Elaboração e aplicação de estrutura, componentes e sustentação teórico-prática da sugestão de artefato 1 (teste piloto); -Entrevista grupal com estudantes universitários e da BoP local da Colômbia.	-Análise descritiva qualitativa.	Aplicação de preceitos da PAP
	Etapa 4: Desenvolvimento do artefato.	-Elaboração de estrutura, componentes e sustentação teórico-prática da sugestão de artefato 2. -Aplicação de artefato desenvolvido para a UFMG, seguindo a sugestão de artefato 2.		
Objetivo específico 3: Elaborar considerações sobre os benefícios e as ressalvas à aplicação e à consolidação da abordagem proposta.	Etapa 5: Avaliação do artefato.	-Elaboração e aplicação de roteiros de entrevistas semiestruturadas com estudantes universitários e da BoP local do Brasil; -Coleta de registro fotográfico, evidências de aprendizagem e anotações em diário de campo.	-Análise de conteúdo; -Estatística descritiva.	
	Etapa 6: Conclusão do artefato.	-Análise e discussão de resultados do experimento colaborativo realizado na UFMG; -Revisão da literatura final para atender aos ajustes identificados na prática; -Elaboração de estrutura, componentes e sustentação teórico-prática do <i>framework</i> final.	-Análise de conteúdo; -Revisão narrativa.	
	Etapa 7: Considerações finais.	-Apresentação de contribuições e limitações da pesquisa, bem como sugestões de futuros estudos.	-	

Fonte: Elaborado pela autora.

¹³ A RELIF é uma rede de cooperação e visa promover o desenvolvimento e a implementação de projetos e iniciativas de IF e EF, destinados a populações de baixa renda da América Latina. Por sua vez, a REBRIF é uma rede autônoma associada à RELIF, composta por docentes, pesquisadores, estudantes e profissionais interessados em promover e disseminar a IF no Brasil. Mais informações em: <https://redinnovacionfrugal.lat/#unisParticipantes>. Acesso em: 17 mar. 2025.

A seguir, são apresentadas as atividades e os procedimentos metodológicos utilizados para seleção, coleta e análise dos dados, conforme o exposto no Quadro 12.

3.1.1 Etapa 1 – Identificação do problema

Como parte da primeira etapa do caminho metodológico, para identificar o problema da presente tese, buscou-se verificar o conhecimento teórico disponível, que, ao mesmo tempo permitiu formar a introdução, premissa, perguntas de pesquisa, objetivos do estudo e referencial teórico inicial. Para tal, realizou-se uma revisão bibliográfica preliminar, seguindo as estratégias de busca e elegibilidade descritas no Quadro 13.

Quadro 13 – Estratégias de busca e elegibilidade de documentos para a revisão bibliográfica inicial

Objetivo de revisão	Identificar estudos que tenham tratado sobre conceitos/características de IF e EF.
Fontes de busca	Bases de dados científicas: <i>Science Direct</i> , <i>Scopus</i> , <i>Educational Resources Information Center</i> (ERIC) e Porta de Periódicos CAPES / ferramenta de busca na internet: <i>Google®</i> .
Descritores de busca	Português: “Inovação Frugal”, “Empreendedorismo Frugal”, “soluções frugais”, “produtos frugais”, “desenvolvimento de novos produtos frugais” e “empreendedores frugais”. Inglês: “<i>Frugal Innovation</i>”, “<i>Frugal Entrepreneurship</i>”, “<i>frugal solutions</i>”, “<i>frugal products</i>”, “<i>frugal new product development</i>” e “<i>frugal entrepreneurs</i>”. Espanhol: “<i>Innovación Frugal</i>”, “<i>Emprendimiento Frugal</i>”, “<i>soluciones frugales</i>”, “<i>productos frugales</i>”, “<i>desarrollo de nuevos productos frugales</i>” e “<i>empreendedores frugales</i>”. Francês: “<i>Innovation frugale</i>”, “<i>entrepreneuriat frugal</i>”, “<i>solutions frugales</i>”, “<i>produits frugaux</i>”, “<i>développement de nouveaux produits frugaux</i>” e “<i>entrepreneurs frugaux</i>”.
Critérios bibliométricos para inclusão	-Termos de busca presentes nos títulos, <i>abstracts</i> ou palavras-chave; -Documentos publicados entre 2000 e 2025; -Documentos em formato de artigo, <i>White Paper</i>, capítulo de livro, livro e <i>handbook</i>.
Critérios bibliométricos para exclusão	-Textos que não estejam escritos em inglês, português, espanhol ou francês; -Ausência do termo “frugal” adjacente nos corpos dos documentos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para avaliação dos resultados, foi realizada uma comparação dos títulos de modo a corroborar possíveis repetições dos documentos. Em seguida, foi realizada a leitura analítica dos textos selecionados para construir e apresentar uma síntese da fundamentação preliminar da área de estudo. Assim, deixou-se conhecer o contexto teórico plasmado no capítulo 2 desta tese.

Convém mencionar que, devido ao caráter exploratório das temáticas da pesquisa, publicações presentes na denominada “*grey literature*” foram contempladas. Conforme Hammerstrøm *et al.* (2010 *apud* Dresch *et al.*, 2015, p. 151) essa literatura abrange “[...] o que é produzido em todos os níveis do governo, academia, negócios e indústria, impresso ou em meio eletrônico, mas que não é controlado por editores comerciais”. Assim, a literatura cinzenta utilizado neste trabalho é composta por *open archives* de órgãos oficiais, instituições não

governamentais e sites pessoais, anais de congressos, seminários e conferências, boletins técnicos e apostilas, seguindo as estratégias de seleção e avaliação descritos no Quadro 13.

3.1.2 Etapa 2 – Conscientização do problema

3.1.2.1 Bibliografia sobre diretrizes de educação frugal e Abordagens de Design Frugal

Após a identificação do problema, nesta etapa, buscou-se sua conscientização para entender sua natureza e seu contexto, a fim de procurar formas de resolvê-lo (Silva; Costa, 2014). Para tanto, foi realizada uma segunda revisão da literatura, com ênfase nas temáticas de educação frugal e ADF, com o intuito de ter uma sustentação literária que auxilie a responder às questões da pesquisa e aos objetivos propostos para este estudo. Essa decisão é apoiada por Dresch *et al.* (2015), os quais indicam que, após uma revisão preliminar ampla da área de estudo, é adequado realizar revisões de tópicos específicos para obter maior profundidade sobre os conhecimentos teóricos existentes. A segunda revisão narrativa da literatura, seguiu as estratégias indicadas no Quadro 14.

Quadro 14 – Estratégias de busca e elegibilidade de documentos para a revisão bibliográfica sobre educação frugal e ADF

Objetivo de revisão	Identificar estudos que tenham tratado sobre educação frugal e ADF.
Fontes de busca	-Bases de dados científicas: <i>Science Direct</i> , <i>Scopus</i> , ERIC e Porta de Periódicos CAPES; -Ferramenta de busca na internet: <i>Google®</i> .
Descritores de busca	Português: “ensino frugal”, “educação frugal”, “educação para o empreendedorismo na Base da Pirâmide”, “Inovação Frugal no ensino superior”, “Inovação Frugal em universidades”, “Inovação Frugal em contextos universitários”, “laboratórios universitários de Inovação Frugal”, “projetos de design em universidades para a BoP”, “design de produtos com a BoP”, “<i>codesign</i> com a BoP”, “Inovação do modelo de negócio frugal na Base da Pirâmide”, “design para Inovação Frugal”, “Design Frugal para o contexto marginalizado”, “ferramentas de Design Frugal”, “métodos de Design Frugal”, “metodologias de Design Frugal”, “estratégias de Design Frugal”, “atividades de Design Frugal”, “abordagens de Design Frugal”, “<i>framework</i> de Design Frugal” e “<i>framework</i> para design de inovações frugais em contextos marginalizados”. Inglês: “<i>frugal teaching</i>”, “<i>frugal education</i>”, “<i>entrepreneurship education at the Base of the Pyramid</i>”, “<i>Frugal Innovation in higher education</i>”, “<i>Frugal Innovation in universities</i>”, “<i>Frugal Innovation in university contexts</i>”, “<i>university Frugal Innovation labs</i>”, “<i>university design projects for the BoP</i>”, “<i>product design with the BoP</i>”, “<i>codesign with the BoP</i>”, “<i>Frugal business model innovation in the Base of the Pyramid</i>”, “<i>design for Frugal Innovation</i>”, “<i>Frugal Design for the marginalized context</i>”, “<i>Frugal Design tools</i>”, “<i>Frugal Design methods</i>”, “<i>Frugal Design methodologies</i>”, “<i>Frugal Design strategies</i>”, “<i>Frugal Design activities</i>”, “<i>Design approaches Frugal</i>”, “<i>Frugal Design framework</i>” e “<i>framework for designing frugal innovations in marginalized contexts</i>”. Espanhol: “<i>enseñanza frugal</i>”, “<i>educación frugal</i>”, “<i>educación para el emprendimiento en la Base de la Pirámide</i>”, “<i>Innovación Frugal en la educación superior</i>”, “<i>Innovación Frugal en universidades</i>”, “<i>Innovación Frugal en contextos universitarios</i>”, “<i>laboratorios universitarios de Innovación Frugal</i>”, “<i>proyectos de diseño en universidades para la Base de la Pirámide</i>”, “<i>diseño de producto con la BoP</i>”, “<i>codesign con la Base de la Pirámide</i>”, “<i>innovación en modelos de negocio frugales en la Base de la Pirámide</i>”, “<i>diseño para la Innovación Frugal</i>”, “<i>Diseño Frugal para el contexto marginado</i>”, “<i>herramientas de Diseño Frugal</i>”, “<i>métodos de Diseño Frugal</i>”, “<i>metodologías de Diseño Frugal</i>”, “<i>estrategias de Diseño Frugal</i>”, “<i>actividades de Diseño Frugal</i>”, “<i>enfoques de Diseño Frugal</i>”, “<i>marco de Diseño Frugal</i>” e “<i>marco para diseñar innovaciones frugales en contextos marginados</i>”.

(continua)

(conclusão)

Crítérios bibliométricos para inclusão	-Termos de busca presentes nos títulos, <i>abstracts</i> ou palavras-chave; -Documentos publicados entre 2000 e 2025; -Documentos em formato de artigo, <i>White Paper</i> , capítulo de livro, livro e <i>handbook</i> .
Crítérios bibliográficos para exclusão	-Textos que não estejam escritos em inglês, português ou espanhol; -Ausência dos termos “frugal”, “redução substancial de custos”, “concentração nas funções principais”, “otimização do desempenho”, “BoP”, “contexto marginalizado” e “contexto com restrições”, adjacentes nos corpos dos documentos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Nas buscas, utilizando as bases de dados e ferramentas de internet citadas acima, foram identificados preliminarmente 263 documentos com potencial interesse para o estudo. Para verificar a eventual ocorrência de repetição de resultados, foi realizada uma comparação dos títulos. Em seguida, foi realizada a leitura dos *abstracts*, assim como foram procurados o termo “frugal” e os critérios relacionadas à IF – redução substancial de custos, concentração nas funções principais e otimização do desempenho – nos corpos dos trabalhos para mapear os textos que abordavam aspectos pertinentes diretamente aos temas centrais da pesquisa.

Posteriormente, foram procurados os termos “BoP”, “contexto marginalizado” e “contexto com restrições” nos corpos dos documentos para selecionar os que abordavam mais especificamente educação e projeto de produto com populações em vulnerabilidade socioeconômica para design de soluções frugais. Em seguida, foi realizada uma leitura analítica completa dos documentos que permitiu identificar as ADF e as práticas existentes de IF e EF em universidades, de modo a construir e apresentar uma síntese da fundamentação do estudo. Seguindo a mesma justificativa da primeira revisão da literatura, nesta etapa, também foram considerados elementos da “grey literature”.

Convém mencionar que, durante toda a pesquisa, foram realizadas buscas de documentos para manter atualizadas as informações. Esse exercício permitiu mapear artigos acadêmicos pertinentes ao tema, bem como informações técnicas sobre soluções frugais universitárias. Em total, foram utilizados 33 textos (21 sobre educação frugal e 12 sobre ADF) que permitiram mapear elementos importantes para as etapas de sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão do artefato. Embora a revisão narrativa da literatura não exija o estabelecimento de critérios bibliográficos para inclusão e exclusão, ditos elementos foram contemplados para organizar as informações e delimitar os tipos de dados coletados.

Simultaneamente ao mapeamento e à análise dos documentos, foram reunidos subsídios práticos por meio de aplicação de *survey* e entrevistas semiestruturadas¹⁴. A continuação,

¹⁴ Em 2022, foi realizada uma pesquisa documental junto às IES cofundadoras da RELIF que permitiu identificar elementos práticos existentes sobre educação da IF na América Latina, bem como fortalecer a escolha dessa Rede como fonte de informação para o presente trabalho. Os resultados foram socializados em novembro de 2023, no II *Workshop* de Inovação Tecnológica: Inovação e Sustentabilidade, do PPGIT/UFGM.

apresenta-se o processo metodológico para cada uma dessas atividades, as quais, permitiram apreender aspectos relevantes para atender ao objetivo geral da pesquisa.

3.1.2.2 *Survey*

Esta fase da pesquisa teve por objetivo elaborar e aplicar um questionário *online* resultante das variáveis de análise identificadas na revisão da literatura sobre a área de estudo, de modo a aumentar a validade da proposta (Prodanov; Freitas, 2013). Para tal, foram selecionados elementos relacionados a aspectos teóricos e estratégias práticas/pedagógicas acerca de IF e EF. O instrumento preliminar, formulado especificamente para este estudo em português, foi aplicado como “piloto” para validação, com os membros do Laboratório Integrado de Design e Engenharia do Produto da UFMG (LIDEP/UFMG)¹⁵. Após esse exercício, foi traduzido para o espanhol por pesquisadores com proficiência nessa língua, de modo a realizar uma segunda validação junto a docentes participantes da *Comisión de Formación de Capacidades* (CFC) da RELIF¹⁶. Seus *feedbacks* permitiram realizar um maior refinamento dos enunciados do questionário e adequações gerais. **Após ajustes da ferramenta, as questões consolidaram-se com as características, expostas no Quadro 51 (Apêndice A).**

Para aplicação do questionário de forma oficial, os respondentes receberam, por mensagem de *WhatsApp*® (grupo oficial da RELIF) e de correio eletrônico (e-mail), o link do *survey* e foram estimulados a participar. O e-mail foi encaminhado pelo Comitê Coordenador da RELIF, cujos contatos foram conformados pelos membros da Rede. Também foi apresentado o TCLE aos participantes explicando todos os objetivos da pesquisa. Os respondentes puderam esclarecer dúvidas gerais e do estudo antes e durante o preenchimento do questionário.

O levantamento das percepções, foi de corte transversal, já que os dados foram coletados de uma única vez, e ocorreu após a apresentação da proposta de pesquisa no evento anual da RELIF, no dia 18 de novembro de 2022. O Quadro 15, expõe as características do processo de coleta de dados.

¹⁵ O LIDEP/UFMG é um grupo de trabalho acadêmico, sediado no Departamento de Engenharia de Produção da UFMG (DEP/UFMG), que promove a gestão do desenvolvimento de produtos e inovação tecnológica. Disponível em: <http://www.dep.ufmg.br/old/labs/lidep/index.html>. Acesso em: 18 de set. 2024.

¹⁶ A CFC da RELIF trata de uma equipe de trabalho voluntário conformada por membros da referida rede com interesse em apoiar processos de desenvolvimento de ferramentas e estratégias para formação em IF. Disponível em: <https://redinnovacionfrugal.lat/#secIniciativas>. Acesso em: 18 set. 2024.

Quadro 15 – Características do processo de coleta de dados para o *survey*

Característica	Descrição
Número de entrevistados.	30 de 45 membros da RELIF (67% da população).
Período de aplicação.	Novembro de 2022 a janeiro de 2023.
Instrumento de coleta de dados.	Google Forms® (em espanhol) – apresentado no Apêndice G em português.
Justificativa de uso do instrumento de coleta de dados.	(i) economia de tempo; (ii) atingimento simultâneo de um maior número de pessoas localizadas em diferentes países; e (iii) respeito às agendas de trabalho dos informantes.
Critérios para consolidação das perguntas.	(i) relevância e suficiência; (ii) tamanho reduzido de preenchimento; (iii) utilizar palavras cujos significados sejam únicos entre os respondentes; (iv) questões livres de ambiguidades; (v) ausência de questões longas; e (vi) permitir respostas abertas quando for impossível relacionar todas as alternativas de resposta (Manzato; Santos, 2012).
Tipo de amostra.	Não-probabilística intencional ou por conveniência (Gil, 2010).
Critérios de escolha de amostra.	(i) pluralidade de vínculos com instituições que difundem a IF em diversas nações, principalmente da América Latina; e (ii) acesso às informações.
Critérios de recrutamento da amostra.	(i) ser maior de idade; (ii) ser membro ativo da RELIF; e (iii) ter acessibilidade à internet para o completo preenchimento do questionário uma única vez.
Instrumento ético.	Parecer consubstanciado do Comitê Coordenador da RELIF.
Código de aprovação do CEP/UFG.	CAEE 76735023.0.0000.5149 / número de parecer 6.739.425.

Fonte: Elaborado pela autora.

Nas questões 25 a 30 do *survey* foi utilizada a Escala de Likert para conhecer o nível de concordância com afirmações mapeadas na literatura da área. Publicada em 1932 por Rensis Likert, a escala é muito usada em pesquisas de opinião, pois permite mensurar, numericamente, atitudes favoráveis ou desfavoráveis a situações específicas (Brandalise; Bertolini, 2013). No estudo, seu uso foi em virtude de: (a) uso de declarações diretamente associadas com a atitude estudada; (b) simplicidade de construção; e (c) maior precisão nas respostas (Brandalise, 2005). Foram utilizados quatro pontos na avaliação (discordo totalmente, discordo, concordo, concordo totalmente), para prover uma base de dados válida nas inferências estatísticas (ao ser uma amostra pequena), assim como demandar pouco tempo de resposta (Dalmaro; Vieira, 2013).

O escopo das respostas do *survey* foram analisadas utilizando três técnicas: estatística descritiva, teste de Wilcoxon-Mann-Whitney e estatística do Qui-quadrado. De acordo com Mann (2006), a primeira técnica permite organizar, dispor e descrever dados através de tabelas, gráficos e outras medidas resumidas. Na pesquisa, a técnica foi empregada para apresentar e analisar os resultados coletados, com o propósito de atender aos objetivos apontados no trabalho. Por sua vez, o teste Wilcoxon-Mann-Whitney foi utilizado para estabelecer relações entre variáveis ordinais e nominais do questionário que, conforme Marôco (2010), permitem detectar e comparar diferenças estatisticamente significativas entre suas funções de distribuição. Já a estatística do Qui-quadrado, foi utilizada para avaliar a relação entre as variáveis nominais propostas.

Em todas as análises inferenciais considerou-se o nível de significância de 5.0%. Essas

análises foram operacionalizadas com ajuda do software *RStudio*®, empregando funções dos seguintes pacotes: *The R Stats Package* (Stats) e *Read Excel Files* (readxl). Em suma, as três técnicas facilitaram a categorização e o julgamento dos resultados para o melhor entendimento da temática exploratória estudada. **Na subseção 4.1.3, apresentam-se os resultados e a discussão dos questionários.**

3.1.2.3 Entrevistas semiestruturadas com docentes

O foco desta fase do estudo foi aprofundar nas questões tratadas no *survey*, através da percepção de docentes participantes da RELIF e da REBRIF, ou em conexão com essas redes. Os dados permitiram robustecer as interpretações avançadas durante os anteriores passos de análise e indagar aspectos empíricos que foram aproveitados, posteriormente, na etapa de sugestão do artefato. No Quadro 16, caracteriza o processo realizado para coleta de dados.

Quadro 16 – Características do processo de coleta de dados para as entrevistas com docentes

Característica	Descrição
Número de participantes.	25 docentes (21 membros da RELIF e 4 membros da REBRIF).
Período de aplicação.	Janeiro de 2023 a agosto de 2024.
Tipo de instrumento para coleta de dados.	Roteiro semiestruturado, em Word (em espanhol e em português) – apresentado no Apêndice H em português.
Justificativa de instrumento para coleta de dados.	(i) direcionamento prévio da entrevistadora para descrição dos fenômenos sociais pesquisados; (ii) praticidade; e (iii) atingimento ágil de um maior número de informações de forma mais livre (Manzini, 2003).
Crítérios para consolidação das perguntas.	(i) cuidados quanto à linguagem para ser respeitosa e neutra; (ii) cuidados quanto à forma das perguntas para evitar ambiguidades; e (iii) cuidados quanto à sequência das perguntas para atingir os objetivos do estudo (Manzini, 2003).
Tipo de amostra.	Não-probabilística intencional (Gil, 2010).
Crítérios de escolha de amostra.	(i) acesso às informações pela atual participação da pesquisadora na RELIF e na REBRIF; e (ii) pluralidade de docentes que disseminam a IF e o EF em diversos países.
Crítérios de inclusão para recrutamento da amostra.	Docentes que já ensinam inovação e empreendedorismo frugais em universidades, participantes da RELIF, da REBRIF ou com conexões nessas redes, e com interesse em compartilhar as suas experiências.
Crítérios de exclusão para recrutamento da amostra.	Docentes participantes da RELIF, da REBRIF ou com conexões nessa rede, sem experiência em educação de inovação e empreendedorismo frugais em universidades.
Instrumento para gravação e transcrição das entrevistas.	Plataforma <i>Zoom</i> ®.
Instrumento ético.	TCLE – Apêndice L (versão em português).
Código de aprovação do CEP/UFMG.	CAEE 76735023.0.0000.5149 / número de parecer 6.739.425.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação à elaboração do roteiro das entrevistas, foi conformado por 16 pontos, expostos em 7 questões abertas/nominais, os quais emergiram após a análise dos resultados do *survey* e permitiram: (i) ampliar informações desses achados; (ii) identificar aspectos técnicos e didáticos para as seguintes etapas da pesquisa; e (iii) caracterizar a prática de educação em IF

e EF dos respondentes, haja vistas a pouca evidência desse assunto na literatura.

Para aplicação das entrevistas, os respondentes receberam por e-mail um convite de participação junto ao roteiro (em formato Word) e ao TCLE. O e-mail foi encaminhado pela pesquisadora, utilizando o diretório de contatos da RELIF e da REBRIF. Posteriormente, foram solicitados aos participantes, sugestões de docentes que possuem conexão com essas redes para incluir mais entrevistados. Os participantes puderam esclarecer dúvidas gerais e da pesquisa antes, durante e após as entrevistas.

Para análise dos dados, foi empregada a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016), que, segundo a autora, consiste em um conjunto de ações de diagnóstico de comunicações, a partir de procedimentos sistemáticos para descrição do conteúdo das mensagens. A técnica é composta por cinco etapas, as quais são descritas no Quadro 17, e explicam as ações realizadas no processo de análise das informações capturadas nas entrevistas com docentes. **Os resultados dessa análise podem ser observados na subseção 4.1.4 (capítulo 4).**

Quadro 17 – Processo de análise de conteúdo de entrevistas com docentes

Etapas	Descrição prática
Pré-exploração.	Realizou-se a transcrição das entrevistas, sendo necessário ouvir novamente os áudios e ler várias vezes todas as informações textualizadas, visando identificar os dados e analisar os que estavam mais diretamente relacionados com o objetivo da pesquisa.
Seleção das unidades de análise.	Após a transcrição e análise das entrevistas, foram extraídos excertos, denominados unidades de significado. Na separação das unidades, buscou-se elementos que contribuíssem com a constituição de concepções acerca de educação em IF e EF. Para organizar a escrita e localizar o leitor, utilizaram-se códigos para cada unidade de significado.
Categorização.	A categorização realizou-se a partir da convergência de uma mesma temática ou aspecto por dois ou mais entrevistados, sobre educação em IF e EF. Para cada categoria foram definidos nomes de acordo com o que seria discutido, ficando definidas 11 categorias.
Inferência.	Foram descritos os resultados, utilizando excertos das falas dos entrevistados, seguindo as categorias que emergiram na anterior etapa, de modo a dar validade ao texto apresentado.
Tratamento informativo.	Foi apresentada uma síntese final dos resultados, para compreender as contribuições dos achados na pesquisa.

Fonte: Elaborado a partir de Bardin (2016).

3.1.3 Etapa 3 – Sugestão de artefato

Conforme Dresch *et al.* (2015), um artefato consiste em “algo que é construído pelo homem, interface entre o ambiente interno e o ambiente externo de um determinado sistema” (p. 59) e pode ser classificado em constructo, modelo, método (algoritmo, prática, *framework* e capacidade) e instanciação (implementação do método) (Hevner *et al.*, 2004; Gill; Chew, 2019). De acordo com essa categorização, o artefato desenvolvido no presente estudo se caracterizou por ser uma instanciação de um *framework*, uma vez que buscou desenvolver e estabelecer um arcabouço metodológico que represente e auxilie o processo de educação em IF e EF em contextos universitários brasileiros, em um cenário real, de modo a corroborar sua

contribuição.

Dando sequência às etapas da tese, nesta etapa foram elaboradas duas sugestões para solução do problema identificado. A primeira sugestão de artefato foi projetada e aplicada em formato de curso de curta duração para um caso colombiano. A decisão de aplicar a primeira sugestão de artefato nesse território foi dada por:

- (i) Oportunidade de realizar um teste “piloto” na *Universidad de San Buenaventura Cali* (USB Cali), com apoio do *Centro de Desarrollo Empresarial* (CEDEM USB Cali) que é um espaço de extensão universitário destinado para o desenvolvimento de projetos empresariais e comunitários¹⁷;
- (ii) Possibilidade de ter um complemento no estudo, com outra IES que faz parte da RELIF, de modo a robustecer os propósitos traçados para o cenário brasileiro; e
- (iii) Aproveitamento do tempo, devido aos prazos de aprovação do CEP/UFGM.

No Quadro 18, apresentam-se os aspectos metodológicos considerados para aplicação e validação dessa experiência.

Quadro 18 – Características metodológicas da sugestão do artefato 1

Característica	Descrição
Formato.	<i>Workshops</i> .
Modalidade.	Híbrida: <i>Zoom®</i> e CEDEM USB Cali.
Meios de divulgação.	Site oficial da USB Cali / redes sociais da universidade e da RELIF.
Período de aplicação.	Outubro de 2023 a novembro de 2023.
Número de participantes.	11 estudantes.
Tipo de amostra.	Não-probabilística intencional (Gil, 2010).
Crítérios de inclusão da amostra.	Estudantes, egressos e líderes comunitários vinculados à USB Cali, maiores de 18 anos, interessados em prototipar e validar soluções com enfoque frugal.
Crítérios de exclusão da amostra.	Estudantes menores de 18 anos e que não estivessem matriculados na “ <i>Ruta del Emprendimiento y la Innovación de la USB Cali</i> ”.
Instrumento para coleta de dados.	Roteiro semiestruturado, aplicado uma única vez por meio de entrevista grupal (Apêndice I).
Crítérios e perguntas de avaliação da sugestão de artefato, seguindo preceitos da PAP.	-Viabilidade do artefato: recursos e/ou atividades que mais gostaram durante o curso / desafios pedagógicos durante a experiência; -Aceitação do artefato: benefícios e dificuldades projetuais no uso das ADF durante os <i>workshops</i> / sugestões de mudanças nas ferramentas utilizadas durante o percurso projetual / aspectos, situações, ou críticas sobre a dinâmica de ensino; -Validade do artefato: benefícios pessoais e profissionais percebidos pela participação nos <i>workshops</i> .
Técnica para tratamento dos dados.	Análise qualitativa descritiva.
Instrumento ético.	Parecer consubstanciado do Programa de Administração de Negócios da USB Cali.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a elaboração e análise das questões que constituíram o roteiro de entrevistas semiestruturadas da primeira sugestão de artefato foram consideradas, preliminarmente, 3 categorias – heurísticas de avaliação de viabilidade, aceitação e validade – definidas para a

¹⁷ Resenha Histórica USB Cali. Disponível em: <https://www.usbcali.edu.co/node/28>. Acesso em: 23 set. 2024.

etapa de avaliação do artefato. No Quadro 20 (subseção 3.1.5.), apresenta-se com mais detalhe os aspectos teóricos que fundamentaram essas categorias apriorísticas de análise, as quais permitiram identificar incrementos e melhorias para a sugestão de artefato 1.

Para análise e tratamento dos dados obtidos, adotou-se a análise descritiva qualitativa. De acordo com Vergara (2000) e Gil (2010), a técnica permite descobrir e classificar eventos mapeados, estabelecendo relações entre eles, procurando realizar uma interpretação da realidade pesquisada. Os dados também guiaram a geração do segundo artefato sugerido, o qual buscou representar mais adequadamente o objetivo da pesquisa no contexto da UFMG. Na subseção 4.2.1.1, apresenta-se a análise dos dados, junto às alterações que permitiram fazer evoluir a proposta e criar a segunda sugestão de *framework*.

3.1.4 Etapa 4 – Desenvolvimento do artefato

A próxima etapa do processo metodológico tratou do desenvolvimento do artefato, em seu estado funcional, em outras palavras, apto para sua aplicação ao contexto real para o qual foi criado (Manson, 2006). Ademais, nessa etapa, houve a preocupação de que o artefato desenvolvido fosse generalizável, em contextos similares e, portanto, útil para a sociedade (Venable, 2006; March; Smith, 1995; Vaishnavi; Kuechler, 2004; Silva; Costa, 2014). Para construção e instanciamento do *framework* na UFMG, tomou-se como ponto de partida as informações da sugestão de artefato 2. No Quadro 19, apresentam-se suas características e os aspectos metodológicos considerados para elaboração de seu ambiente interno.

Quadro 19 – Características do processo de desenvolvimento do artefato

Característica	Descrição
Formato de aplicação.	Disciplina optativa “Práticas de Empreendedorismo e Inovação Frugais” do DEP/UFMG e curso “Da Gambiarra ao Produto Final” do Programa de Extensão Social e Cidadã da UFMG (Programa Incluir UFMG).
Modalidade.	Híbrida: Virtual – Moodle® / Presencial – Escola de Engenharia UFMG.
Meios de divulgação.	Redes sociais do Programa Incluir UFMG e da pesquisadora / marketing boca a boca.
Período de aplicação.	Março de 2024 a julho de 2024.
Número esperado de participantes.	20 estudantes do DEP/UFMG e 5 estudantes do Programa Incluir UFMG.
Tipo de amostra.	Não-probabilística intencional (Gil, 2010).
Crítérios de inclusão da amostra.	-Estudantes de diversas áreas de formação da UFMG, maiores de 18 anos, preferivelmente interessados nas atividades do LIDEP/UFMG e dispostos a trabalhar com pessoas da BoP; -Estudantes do Projeto Incluir UFMG, maiores de 18 anos, preferivelmente com conhecimentos prévios em empreendedorismo e com interesse em interagir com estudantes da UFMG.
Crítérios de exclusão da amostra.	-Estudantes menores de 18 anos e os que não tinham interesse em trabalhar com pessoas da BoP; -Estudantes menores de 18 anos e os que não tinham interesse em interagir com estudantes da UFMG.

(continua)

(conclusão)

Característica	Descrição
Critérios para elaboração do ambiente interno do artefato.	-Sustentação teórica da revisão da literatura; -Sustentação prática dos resultados obtidos no <i>survey</i> , nas entrevistas semiestruturadas com docentes e nos depoimentos de estudantes do experimento preliminar (sugestão de artefato 1) realizado na Colômbia.
Instrumento didático para aplicação do artefato.	Ementas da disciplina e do curso.

Fonte: Elaborado pela autora.

O artefato desenvolvido para o caso brasileiro foi implementado no DEP/UFMG e no Programa Incluir UFMG¹⁸. A escolha desses espaços de ensino e extensão deu-se por: (i) anuência institucional e interesse dos coordenadores (orientadores acadêmicos) em aplicar a proposta; e (ii) perfil dos discentes que frequentam esses espaços. **Na subseção 4.3 e no Apêndice B (Quadro 54), são expostas informações detalhadas sobre a estrutura e os componentes do artefato desenvolvido e implementado na UFMG.**

3.1.5 Etapa 5 – Avaliação do artefato

Uma vez desenvolvido e aplicado o artefato, a etapa seguinte foi a etapa de avaliação, que levou em conta os critérios e condições estabelecidos na etapa de conscientização do problema (Alturki *et al.*, 2011), para verificar se alcançou o funcionamento esperado e se solucionou total ou parcialmente o desafio para o qual foi criado (Silva Freitas Junior *et al.*, 2015; Silva; Costa, 2014). Da mesma forma, verificou-se se o artefato foi construído com observância do devido rigor metodológico (Huff *et al.*, 2006). A etapa também contribui com o processo de melhoria do artefato, uma vez que possibilitou a identificação e ajustes de desvios operacionais, o que foi importante para apoiar o desenvolvimento do *framework* final (Huff *et al.*, 2006; Silva Freitas Junior *et al.*, 2015).

Para elaboração do instrumento de avaliação do artefato foram utilizados como parâmetros, as conjecturas teóricas da DSR e da PAP, bem como a experiência prévia da pesquisadora em cursos que disseminam IF e temáticas contemporâneas. Essas informações permitiram elaborar categorias apriorísticas de avaliação e orientaram a análise contextualizada do *framework* proposto. De acordo com Bardin (2016), as categorias apriorísticas são aquelas que ocorrem nos casos em que o pesquisador, antecipadamente, possui experiência prévia na

¹⁸ O Programa Incluir, anteriormente denominado “Projeto Incluir”, trata de um projeto social de extensão, estruturado pelo Grupo de Pesquisa em Empreendedorismo, Inovação, Conhecimento, Inteligência e Sustentabilidade (EICIS/UFMG), e proporciona apoio escolar e orientação profissional, por meio de uma equipe de voluntários, para alunos das comunidades de Belo Horizonte e região metropolitana (Projeto Incluir, 2021).

área de estudo. Assim sendo, o instrumento de avaliação desenvolvido foi constituído pelos seguintes aspectos de verificação do artefato: (i) avaliação da viabilidade; (ii) avaliação da aceitação; e (iii) avaliação da validade. O Quadro 20 descreve cada um dos critérios teóricos utilizados.

Quadro 20 – Critérios de avaliação do artefato

Heurísticas de avaliação	Critérios teóricos de avaliação
Viabilidade do artefato.	-Aplicabilidade e replicabilidade do projeto: capacidade de aplicação e difusão da proposta em cenários similares.
Aceitação do artefato.	-Engajamento dos membros: capacidade de fomentar a participação e o compromisso nas atividades; -Ciência modesta e técnicas dialogais: capacidade de aplicação da proposta, realizando uma adequação à linguagem dos sujeitos que conformam o objeto de estudo; -Restituição sistemática e antidogmática: neutralidade ideológica, religiosa e organizacional nos conhecimentos transmitidos e cocriados para garantir o respeito pelo grupo social.
Validade do artefato.	-Ritmo e equilíbrio de ação-reflexão: efetividade das atividades de formação; -Autenticidade de compromisso: clareza de objetivos e compromisso social; -Retroatualização aos académicos: consistência nas atividades realizadas para geração de resultados académicos e sociais.

Fonte: Elaborado a partir de Alturki *et al.* (2011), Hevner (2007), Wieringa (2014), Pimentel *et al.* (2020), Thiollent (2005), Kindon *et al.* (2007) e Fals-Borda (1981, 2001).

Nos Apêndices J e K, são expostas as perguntas que conformaram os 3 formulários aplicados no início, intermédio e final do experimento. A aplicação de cada um dos formulários ocorreu, após assinatura do TCLE (Apêndices M e N). A pesquisadora assegurou-se de que sua comunicação fosse clara em todos os instrumentos – quem é, o que estuda, o destino dado às informações, prazo de armazenamento dos dados, riscos/benefícios e a pesquisa em si –, com a finalidade de que seus efeitos sobre o campo fossem minimizados.

Os participantes também puderam esclarecer dúvidas gerais e do estudo antes, durante e após o preenchimento dos formulários. Os instrumentos foram apresentados em formato digital (*Google Forms®* e Word via e-mail) e em formato impresso para que os estudantes pudessem escolher a melhor forma de responder. Além desses resultados, foram contempladas informações sociais obtidas por meio de registro observacional (diário de campo) e fotográfico, que permitiram ilustrar as dinâmicas realizadas durante as aulas, bem como apresentar evidências de aprendizagem. **Todas as informações obtidas foram tratadas de forma agregada e anonimizada.** As fotos foram utilizadas somente para o estudo, e são apresentadas na subseção 4.4.2, com ajustes, para evitar a identificação individual dos estudantes.

Os principais aspectos do processo de coleta de dados utilizados para esta etapa da pesquisa são compilados no Quadro 21.

Quadro 21 – Características do processo de coleta de dados das entrevistas com estudantes brasileiros

Característica	Descrição
Número de participantes.	19 estudantes (16 graduandos do DEP/UFGM e 3 do Programa Incluir UFGM).
Período de aplicação.	Março de 2024 a julho de 2024.
Tipo de instrumento para coleta de dados.	Google Forms®, documento em Word disponibilizado via e-mail e impresso (Apêndices J e K).
Justificativa de instrumento para coleta de dados.	(i) direcionamento prévio da entrevistadora para descrição dos fenômenos sociais pesquisados; (ii) praticidade; e (iii) atingimento ágil de um maior número de informações de forma mais livre (Manzini, 2003).
Crítérios para consolidação das perguntas.	(i) cuidados quanto à linguagem para ser respeitosa e neutra; (ii) cuidados quanto à forma das perguntas para evitar ambiguidades; (iii) cuidados quanto à sequência das perguntas para atingir os objetivos do estudo (Manzini, 2003).
Tipo de amostra.	Não-probabilística intencional (Gil, 2010).
Crítérios de escolha de amostra.	Estudantes matriculados na disciplina “Práticas de Empreendedorismo e Inovação Frugais” e no curso “Da Gambiarra ao Produto Final” que aceitaram participar voluntariamente da etapa de avaliação da experiência educacional e assinaram o TCLE.
Instrumento ético.	TCLE (Apêndices M e N).
Código de aprovação do (CEP/UFGM).	CAEE 76735023.0.0000.5149 / número de parecer 6.739.425.

Fonte: Elaborado pela autora.

No que diz respeito à análise dos resultados, foram considerados 4 das 5 etapas de análise de conteúdo de Bardin (2016) – pré-exploração, seleção das unidades de análise, categorização e inferência –, sendo as duas últimas fundamentadas nas heurísticas de avaliação do artefato estabelecidas para cumprir com o objetivo desta etapa da pesquisa. No Quadro 22, apresentam-se uma síntese do fluxo de análise realizado.

Quadro 22 – Processo de análise de conteúdo das entrevistas com estudantes brasileiros

Etapas	Atividade realizada
Pré-exploração.	Realizou-se a transcrição das entrevistas, lendo várias vezes todas as informações.
Seleção das unidades de análise.	Após a transcrição e análise das entrevistas, foram definidas as unidades de significado. Cada unidade (concepções dos estudantes) foi classificada com um código para facilitar sua localização e entendimento.
Categorização.	A categorização realizou-se a partir das heurísticas de avaliação delimitadas de forma apriorística para análise do artefato. As unidades de significado que compuseram cada categoria, emergiram dos aspectos mencionados pelos estudantes em cada pergunta.
Inferência.	Foram apresentados os resultados do experimento, bem como excertos das falas dos entrevistados, seguindo as 3 categorias de avaliação do artefato.

Fonte: Elaborado a partir de Bardin (2016).

Também foi utilizada estatística descritiva para organizar e descrever os dados coletados durante as entrevistas. A técnica permitiu condensar e colocar em relevo as informações, por meio de tabelas, gráficos e medidas numéricas (Mann, 2006). Por fim, a última etapa de análise de conteúdo, denominada tratamento informativo, foi aplicada na etapa de conclusão do artefato, descrita a seguir.

3.1.6 Etapa 6 – Conclusão do artefato

Esta etapa do caminho metodológico consolida a análise e a verificação da qualidade do artefato, bem como procura estabelecer os aprendizados e os conhecimentos gerados ao longo do processo de geração da solução (Vaishnavi; Kuechler, 2004; Huff *et al.*, 2006). A análise é realizada por meio do confronto entre o artefato, as teorias consideradas para sua elaboração e as expectativas iniciais de estudo, a fim de examinar se a solução proposta funcionou conforme era esperado, seja integral ou parcialmente.

Seguindo essas argumentações, os postulados de Bardin (2016) e as informações obtidas na análise das entrevistas com estudantes brasileiros, nesta etapa foi realizado um tratamento informativo, que permitiu apresentar uma discussão final acerca dos principais resultados do experimento, tentando realizar uma confrontação com os dados obtidos nas etapas 1, 2, 3, 4 e 5 da pesquisa. Essa dinâmica permitiu corroborar o funcionamento do artefato, assim como apresentar conclusões e realizar ajustes no *framework* proposto.

Por fim, para atender ditos ajustes finais, foi realizada uma última revisão da literatura sobre pedagogias que pudessem ter relação com práticas que incentivam a contextualização de saberes. Para tal, foram seguidos os critérios no Quadro 23.

Quadro 23 – Fluxo e critérios para revisão bibliográfica final

Objetivo	Identificar estudos que tenham tratado sobre pedagogias que incluam aspectos socioculturais dos estudantes e instiguem um processo de aprender fazendo.		
Bases de dados	Porta de Periódicos CAPES.		
Descritores de busca	Português	Inglês	Espanhol
	“pedagogia para a BoP”; “pedagogia crítica”.	“ <i>pedagogy for the BoP</i> ”; “ <i>critical pedagogy</i> ”.	“ <i>pedagogía para la BoP</i> ”; “ <i>pedagogía crítica</i> ”.
Crítérios bibliométricos para inclusão	-As palavras devem estar presentes nos títulos, <i>abstracts</i> ou palavras-chave; -Documentos publicados entre 2000 e 2024; -Documentos em formato de artigo acadêmico, capítulo de livro, livro e <i>handbook</i> .		
Crítérios bibliográficos para exclusão	-Textos que não estejam escritos em inglês, português ou espanhol.		

Fonte: Elaborado pela autora.

Os descritores de busca (palavras-chave) foram selecionados considerando informações obtidas pela pesquisadora, por meio da sua participação no curso de pós-graduação de Docência em IS para o desenvolvimento sustentável¹⁹ da *Learning by Helping*® e da UNESCO. Seguindo a mesma justificativa das anteriores revisões da literatura, foi efetuada uma comparação dos títulos para evitar repetições nos documentos. Do total de 144 textos identificados, 12 foram

¹⁹ Curso de pós-graduação internacional *lato sensu*, em modalidade virtual. Mais informações em: <https://www.learningbyhelping.com/>. Acesso em: 07 set. 2025.

selecionados e lidos na íntegra para apresentar uma síntese sobre a pedagógica utilizada na consolidação do *framework* final. A discussão conclusiva do artefato e a sua última versão, que contemplaram os resultados obtidos nesta etapa, são apresentadas na subseção 4.5.

3.1.7 Etapa 7 – Considerações finais

O capítulo de considerações finais apresenta a última etapa do caminho metodológico da pesquisa. Nesse foram expostas as contribuições constatadas, bem como as limitações encontradas durante o processo de estudo. São descritas, também nesse capítulo, as sugestões de futuros estudos que avancem na exploração do tema.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos na etapa 2 até a etapa 7 do estudo.

4 RESULTADOS

Seguindo o percurso metodológico constante no Quadro 12, neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos nas etapas de conscientização do problema (etapa 2), sugestão do artefato (etapa 3), desenvolvimento do artefato (etapa 4), avaliação do artefato (etapa 5), conclusão do artefato (etapa 6) e considerações finais (etapa 7).

4.1 Conscientização do problema

Com o intuito de atender ao primeiro objetivo específico do estudo “examinar preceitos que norteiam práticas de educação frugal e de desenvolvimento de projeto com enfoque frugal”, nas próximas subseções (4.1.1 e 4.1.2) são apresentadas informações sobre estratégias existentes na área de estudo, bem como as ADF presentes na literatura. Neste trabalho, considera-se como “estratégias” o conjunto de aspectos teóricos, práticas, materiais e métodos identificados no campo de IF, EF e educação frugal, que contribuem com subsídios para aplicação contextualizada de ADF, em atividades universitárias.

4.1.1 Resultados da revisão bibliográfica sobre educação frugal

Historicamente, a frugalidade é uma prática antiga que tem estado presente desde a construção das primeiras ferramentas manuais humanas, a partir da transformação de elementos, disponíveis à mão, para o atendimento de necessidades básicas, tal como a obtenção de alimento. Em economias emergentes e desenvolvidas, essa orientação tem sido utilizada como impulso religioso, filosófico, econômico ou de necessidade, no processo de busca de soluções adequadas para restrições observadas em diferentes contextos e trajetórias históricas (Bhatti; Ventresca, 2013; Onsongo, Knorringa, 2020).

Nos anos 80s, De Young (1986) definia a frugalidade como o “uso cuidadoso de recursos e evitar desperdícios” (p. 285, tradução nossa), para fazer uso apropriado dos recursos naturais. Na visão do autor, a frugalidade não trata apenas sobre o processo de aquisição de produtos, mas também sua forma de uso, com vistas à redução ou eliminação de resíduos. Na Ásia, notadamente na Índia e na China, a frugalidade, chamada como *jugaad* (em hindi) e *shanzhai* (em chinês), faz parte das suas culturas como uma filosofia de vida que permite alcançar a serenidade e a felicidade em harmonia com a natureza e a comunidade (Basu *et al.*, 2013). Consiste em aprender naturalmente a obter mais valor de recursos limitados e

desenvolver maneiras criativas de reutilizar produtos, serviços e processos existentes (Radjou; Prabhu, 2015; Radjou *et al.*, 2012).

Além desses espaços geográficos, outras nações têm adotado diversas denominações para essa prática, a saber: *jua kali* (no Quênia), *bricolage* (na França), gambiarra (no Brasil), *divesa criolla* (no Uruguai), *colombianada* (na Colômbia), *malicia indígena* (na Costa Rica), *mexicanada* (no México) e DYI (nos Estados Unidos) (Levi-Strauss, 1966; Prahalad; Malshekar, 2010; *The Economist*, 2010; Ibarra-Baidón, 2019). Todos esses termos, apesar de sua origem cultural única, apontam a frugalidade como uma fonte de transformação de adversidades em oportunidades para resolver problemas com recursos limitados.

De acordo com Basu *et al.* (2013), Prabhu e Gupta (2014), Bhatti e Ventresca (2013) e Soni e Krishnan (2014), a frugalidade, também denominada “enfoque frugal”, está relacionada com o ato de fazer mais com menos, planejando com sabedoria os recursos – incluindo tempo, espaço físico e virtual, pessoas, recursos ambientais e dinheiro –, para reduzir custos e atingir objetivos de longo prazo. Assim, ela pode ser conceituada como uma característica individual, desenvolvida e fomentada ao longo da experiência de vida de uma pessoa, considerando aspectos idiossincráticos (Aldrich; Yang, 2012).

A frugalidade, como comportamento, tem sido observada em processos atuais de educação, como uma via para fomentar a criatividade, a recursividade, a resiliência, a cooperação e a sustentabilidade (Masters, 2024; Jackson *et al.*, 2020; Radjou *et al.*, 2012; Ojo *et al.*, 2023). Zwarthoed (2015, p. 2, tradução nossa) defende que, em nossa sociedade “[...] caracterizada por uma distribuição injusta de recursos [...]”, as instituições de ensino devem encorajar a educação, sob a ótica da frugalidade, para formação de indivíduos mais solidários e autônomos.

Segundo a pesquisadora, a frugalidade trata de uma combinação de conhecimento, valores sociais e habilidades práticas para enfrentar a vida em comunidade. Na educação, sua contribuição está na possibilidade de criar mudanças institucionais e comportamentais em prol da justiça distributiva dentro e entre gerações, a partir do desenvolvimento de comportamentos individuais, que envolvam a análise crítica de fatores sociais e econômicos, a fim de impulsionar hábitos de consumo mais conscientes (Zwarthoed, 2015). Ainda Zwarthoed (2015), sinaliza a educação frugal como uma ferramenta que promove a transformação social, visto que: (i) instiga a avaliação de múltiplas variáveis do contexto para geração de formas genuinamente alternativas de pensar e viver; (ii) aumenta a coragem e senso de escolha, direcionado a economizar recursos na previsão do futuro; e (iii) reforça o caráter para realizar mudanças importantes no estilo de vida da sociedade.

A frugalidade também tem sido utilizada como instrumento de inovação educacional inclusiva. Shah e Calonge (2019) apontam o enfoque frugal como uma perspectiva prática idônea para *codesign* de planos educacionais flexíveis e adaptáveis, considerando as características socioculturais e geográficas dos participantes. Pensando na inclusão de refugiados em *Massive Open Online Courses* (MOOC), os pesquisadores levantaram quatro elementos-chave que auxiliam na projeção de produtos educacionais, quais sejam: (i) personalização de conteúdo, (ii) envolvimento de *stakeholders* locais, tais como alunos, professores, governos e outras instituições locais de apoio; e (iii) disponibilização de infraestrutura tecnológica e sustentável, ajustadas às necessidades dos discentes.

Os elementos citados, na ótica de Shah e Calonge (2019), permitem realizar um entrelaçamento de aspectos sociotécnicos e etnográficos no design de conteúdos acadêmicos para entregar valor para mais estudantes. Nesse sentido, a frugalidade no Design Educacional representa uma via para interromper disparidades socioeconômicas nos hemisférios norte e sul, ao adicionar não só discentes com capacidade de renda, mas também indivíduos com baixos recursos em países emergentes, promovendo a aquisição de capacidades criativas para resolução de problemas reais, segundo complementa Fleisch (2018).

Outros autores como Masters (2020, 2024), indica a frugalidade como caminho para criar inovação educacional. Inspirado em métodos encontrados na prática da IF, do *Design Thinking*, dos ODS e do pensamento sistêmico, o pesquisador australiano empreendeu diversos projetos de inovação em educação, tais como:

- ***Creative Culture***: treinamento em Aprendizagem Baseado em Jogos (ABJ) em escolas rurais, na floresta tropical de Bornéu, Malásia. A equipe repensou o espaço da sala de aula, o uso da tecnologia e os métodos de comunicação, para propor alternativas às restrições ambientais de trabalho; e
- ***My Capsule Lab***: projeto de laboratório de inovação no centro da *Universiti Malaysia Sarawak*. O laboratório foi cocriado com alunos da universidade em colaboração com a equipe da *Creative Culture* e da *Coventry University*, usando equipamentos existentes e materiais reaproveitados ou de origem local.

Como resultado das lições aprendidas em práticas de IF e nos referidos projetos educacionais que incluem a participação da BoP local, o pesquisador formulou um conjunto de princípios de educação frugal que servem como base criativa para mapeamento e desenvolvimento de dinâmicas de Design Educacional Frugal. Cada princípio é apresentado no Quadro 24.

Quadro 24 – Princípios da educação frugal

Princípios	Elementos	Descrição	Palavras-chave
Desenhar com a mente aberta.	Criatividade.	-Busque inspiração em fontes distintas; -Combine ideias, técnicas e conceitos de diferentes disciplinas de maneiras inovadoras; -Promova a experimentação, o pensamento criativo e a resolução de problemas entre os participantes; -Incorpore <i>insights</i> dos participantes em futuras iterações de design.	Experimentar, combinar e resolver problemas.
	Colaboração.	-Inclua seu público-alvo no processo de design, quanto mais cedo, melhor; -Seja empático com as necessidades, preocupações e sugestões de melhoria sugeridas pelos participantes; -Use o poder da cocriação para apoiar o processo de design.	Escutar, juntar forças e cocriar.
	Estar aberto.	-Compartilhe seus designs, disponibilizando-os gratuitamente para o público; -Permita que outros apliquem, adaptem e desenvolvam seu trabalho, por meio de orientação clara e detalhada; -Entregue seus projetos educacionais e de pesquisas com acesso livre e gratuito, por meio do <i>Creative Commons</i> ; -Itere em público e faça <i>crowdsourcing</i> de ideias.	Utilizar licença aberta, fonte livre e acesso livre.
Aproveitar os recursos disponíveis.	Recursividade.	-Utilize materiais, espaços e equipamentos disponíveis no seu local de trabalho, em empresas locais e comunidades; -Recicle, atualize e combine materiais e tecnologias de ponta de maneiras novas e inventivas, extraindo valor inexplorado e estendendo sua vida útil; -Inspire aos seus participantes promovendo uma cultura de recursividade.	Explorar e reciclar.
	Praticidade.	-Considere as tecnologias e os materiais necessários; -Considere os espaços físicos e virtuais que você habita; -Considere a acessibilidade intelectual e física; -Considere os custos financeiros e os recursos humanos para entregar valor.	Ajustar ao propósito, padronizar e ser amigável com o usuário.
	Resiliência.	-Agregue flexibilidade ao seu projeto para que possa se adaptar a eventos imprevistos. Às vezes, a tecnologia falha, os espaços ficam indisponíveis e as pandemias globais paralisam a vida; -Evite usar materiais muito personalizados que sejam difíceis de utilizar e reproduzir; -Tente utilizar recursos que sejam comuns e intercambiáveis para tornar seu projeto mais acessível; -Crie um projeto modular que permita substituir peças e componentes para responder às mudanças, necessidades e circunstâncias.	Ser flexível, modular e universal.
Construir na velocidade da necessidade.	Minimalismo.	-Foque nos materiais e atividades que podem ser usados para atender melhor a seus alunos, sem prejudicar a funcionalidade de seu projeto; -Tente ser eficiente e combine vários processos sempre que possível; -Quanto mais simples for o seu design, mais fácil será de construir, entregar e gerenciar. Essa abordagem enxuta liberará recursos valiosos – tais como tempo, dinheiro e pessoas –, para serem aplicados de forma mais eficaz e atender melhor àqueles para quem você está projetando.	Focar na função primeiro, reduzir a linha de fluxo e simplificar.
	Sustentabilidade.	-Priorize o uso de materiais reciclados ou reutilizados em seu projeto; -Considere o impacto ambiental do design no processo de projeção, aplicação e adaptação; -Garanta que todos os materiais de origem local sejam consumidos e descartados de forma segura e sustentável; -Verifique se seu projeto gera impactos negativos nos sistemas que o suportam, tais como: consumo excessivo de recursos naturais, uso inadequado de espaços comunitários e/ou exploração de apoio voluntário.	Ser econômico, ambiental e sociocultural.
	Iteração.	-Teste a eficácia do seu design, por meio de prototipagem rápida para responder de forma rápida e eficaz às necessidades do seu público-alvo; -Realize ciclos contínuos de melhoria e refinamento do seu projeto com seu público-alvo.	Prototipar, testar, refinar e retroalimentar.

Fonte: Elaborado a partir de Masters (2020, 2024).

Os elementos citados acima têm sido utilizados em empreendimentos educacionais como forma de explorar oportunidades de inovação em distintos contextos acadêmicos. Um exemplo disso, é o projeto realizado por Clarke *et al.* (2020) focado no campo do *Game Science*. A partir da combinação dos princípios de educação frugal, propostos por Masters (2020) e do design de jogos transdisciplinares, apontados por Arnab e Clarke (2017), os pesquisadores desenharam e aplicaram um jogo, por meio de uma plataforma de baixo custo denominada “*RPG Maker MV*”²⁰. O propósito do *game* é desenvolver competências em informação, com alunos do primeiro ano de graduação da *Coventry University*, na Austrália. Conforme os autores, a abordagem frugal permitiu selecionar de forma eficiente os conteúdos e os recursos necessários para desenvolver um produto pedagógico mínimo viável, barato, inclusivo e de alta qualidade, em comparação com outros métodos de ensino tradicional.

Arnab *et al.* (2021), também utilizaram os princípios de Masters (2020) para promover a resiliência social. De acordo com os autores, a integração de aspectos presentes nas abordagens lúdicas da aprendizagem e na educação frugal é pertinente para desenvolver habilidades demandadas pela sociedade contemporânea, pois permite formar jovens capazes de enfrentar circunstâncias imprevistas e empreender com criatividade. Segundo o *World Economic Forum* – WEF (2022) o *playful learning*, em contextos educacionais, é um instrumento fundamental para construção de conhecimentos sobre o mundo, a partir de uma perspectiva positiva. Zosh *et al.* (2017) complementam indicando que “brincar” possibilita criar práticas criativas e exploratórias para a construção da autonomia e do trabalho em equipe.

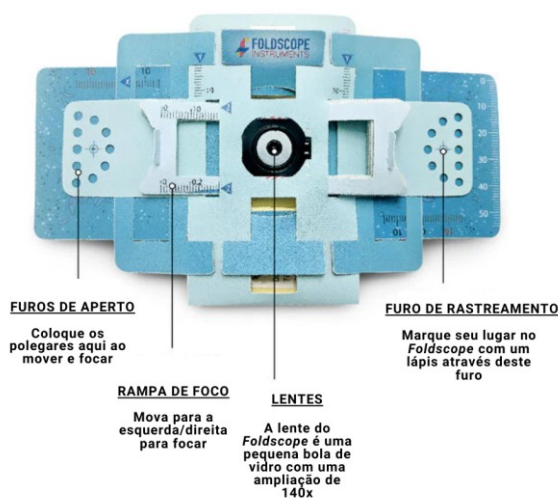
Em consonância com essas considerações, Arnab (2020) e Arnab *et al.* (2021) ressaltam que a educação frugal e a ABJ possuem características similares, uma vez que instigam a liberdade e a curiosidade nos alunos, permitindo que o pensamento crítico e a comunicação floresçam. Para os autores, essas abordagens podem ser trabalhadas em conjunto para uma melhor articulação e análise de atividades educativas que visam nutrir a resiliência nos estudantes. Seguindo esses argumentos, os pesquisadores construíram uma estrutura de mapeamento composta por elementos pedagógicos de *playful learning*, princípios da educação frugal e competências de resiliência. Ainda, os autores salientam o imperativo de reutilizar os recursos disponíveis em sala de aula para atender às necessidades dos discentes, bem como coproduzir materiais educacionais flexíveis e adaptáveis em resposta às características do

²⁰ O software é usado para projetar e desenvolver jogos digitais *2D Role-playing* e vários outros jogos de entretenimento. O “*RPG Maker MV*” oferece um editor de mapas simples acompanhado por blocos de arte pré-fabricados (para ambiente e personagens), eventos com *script* e áudio (Clarke *et al.*, 2020).

contexto. Nesse sentido, eles recomendam utilizar a Aprendizagem Baseada em Problemas ou Desafios (ABD) para projetar em função de problemáticas reais.

Outros pesquisadores têm utilizado a frugalidade no âmbito educacional sob a denominação de “Ciência Frugal” (*Frugal Science* em inglês). De acordo com Ahuja (2014), trata-se de uma nova terminologia que descreve o uso do enfoque frugal em dinâmicas pedagógicas, por meio de ferramentas educacionais científicas, baratas e acessíveis em países em desenvolvimento. Como exemplo das contribuições dessa prática, tem-se o “*Foldscope*” um microscópio óptico de papel simples, barato e adaptável, projetado e desenvolvido pelo professor Manu Prakash e seus alunos na Escola de Medicina da *Stanford University*. O microscópio pode ampliar até 200 vezes a visão, permitindo a visualização de organismos unicelulares, tais como a bactéria *E. coli*. A solução é portátil e não requer eletricidade, pelo qual é adequada para trabalho de campo e em escolas que não possuem recursos para aulas experimentais (Cybulski *et al.*, 2014). A Figura 6, ilustra a solução.

Figura 6 – *Foldscope*



Fonte: Elaborada a partir de *Foldscope instruments* (2024).

O “*Foldscope*” possui componentes de papel, componentes magnéticos e uma lente. Os componentes de papel são feitos de material sintético que outorgam impermeabilidade e resistência ao artefato. Os componentes magnéticos permitem adequar os componentes ópticos e conectar facilmente a solução com dispositivos digitais (tais como o celular) para visualização e projeção da imagem. Já a lente é uma bola de vidro de borossilicato embutida em uma peça circular de plástico preto (*Foldscope instruments*, 2024).

Por sua vez, Lockridge (2019) utilizou os benefícios da ABJ e o enfoque frugal, para projetar um currículo de alfabetização digital acessível, adaptável e de qualidade. A proposta da pesquisadora combina diversos elementos, quais sejam:

- **Competências de alfabetização digital do século XXI:** competências compostas por cidadania digital, pensamento crítico, criatividade, colaboração, criação de conteúdo, consumo de recursos digitais e comunicação efetiva;
- **Construção de *Communities of Practice*:** consiste em uma estrutura de aprendizagem situacional que fornece treinamento e suporte para o desenvolvimento de habilidades de alfabetização digital ao longo da vida;
- ***Playful learning*:** aprendizagem lúdica para fornecer interatividade social, harmonia e engajamento ativo dos estudantes; e
- **IF:** abordagem baseada nas restrições de recursos dos usuários.

Woo e Hew (2017) trazem recomendações para quem quiser empreender na construção de práticas pedagógicas focadas no ensino da IF, em âmbitos universitários. Três atividades-chave são elencadas pelos autores:

1. **Ensinar teorias subjacentes e recursos associados à IF, por meio de Estudo de Caso e palestras:** o Estudo de Caso é uma metodologia propícia para instigar a resolução de problemas do mundo real e motivar a aplicação prática de teorias da inovação. Já as palestras, apesar de serem recursos educacionais tradicionais, ainda desempenham um papel importante na educação, ao promover o pensamento divergente. Elas, junto com o Estudo de Caso permitem gerar efeitos positivos na construção de habilidades criativas;
2. **Projetar ambientes de aprendizagem positivos e produtivos que permitam liberdade de movimento e que incentivem atividades ao ar livre, especialmente caminhar:** caminhar contribui substancialmente para a geração e a sistematização de ideias criativas. Caminhar ao ar livre induz a estados de ânimo positivos, permitindo a geração de *insights* durante o processo de aprendizagem; e
3. **Desenvolver recursos de *e-learning* para estimular discussões de conceitos relacionados à IF:** o uso de ferramentas de tecnologia educacional flexíveis pode ajudar a complementar as iniciativas de educação com enfoque frugal. Elas permitem obter *feedback* instantâneo e em tempo real, no processo de aprendizagem, além de incitar a experimentação rápida. O uso da ABJ, combinadas com ferramentas digitais para “gamificação” permitem estimular a formação em IF.

Como se vê, a educação do enfoque frugal em universidades tem sido abordada como uma oportunidade para preparar profissionais com ampla compreensão dos requisitos exigidos pela sociedade. Na prática, isso significa a formação de estudantes universitários com capacidade para trabalhar com equipes compostas por engenheiros, designers, sociólogos, psicólogos e administradores, a fim de entender às necessidades socioculturais específicas de populações em vulnerabilidade (Mergaliyeva, 2020; O'Neill *et al.*, 2012).

Particularmente, O'Neill *et al.* (2012) ressaltam os esforços que estão sendo realizados pela *Arizona State University* para difundir o enfoque frugal na educação superior, por meio da “*Global Resolve*”, uma unidade originada na Faculdade de Inovação Tecnológica, com o apoio do Programa de Empreendedorismo e Gestão Tecnológica. Essa unidade promove o desenvolvimento de produtos e serviços para comunidades da BoP, com participação de diversos alunos em cursos experimentais de Engenharia e empreendedorismo social.

A partir da abordagem de ABD, os discentes são orientados por professores que possuem conhecimentos em diferentes disciplinas – tais como Desenvolvimento Internacional, Estudos Globais, Política de Ciência e Tecnologia, Sustentabilidade, Antropologia, Design, Engenharia e Negócios –, para construir soluções frugais, com apoio de universidades parceiras, ONGs e governos de: África, Ásia, América Latina e Estados Unidos.

Nesse processo, são realizadas visitas em aldeias rurais, favelas urbanas/periurbanas e outras comunidades vulneráveis locais e em países com parceria institucional, por meio de estudos etnográficos participativos, para que os estudantes e professores consigam entender de perto as necessidades e identificar as opções de artefatos existentes, mediante uma perspectiva de usabilidade técnica e cultural.

Nessa universidade, o desenvolvimento de produtos frugais também surge a partir de Estudos de Casos, os quais são inter-relacionados com o pensamento sistêmico para desenvolver diferentes conhecimentos e competências. De acordo com O'Neill *et al.* (2012), a IF demanda uma análise sistêmica das consequências não intencionais dessa inovação na sociedade. Outra perspectiva apontada pelo autor é a noção da IF como Design Frugal. Nessa visão, o DCU é utilizado como princípio básico para identificar as necessidades do cliente, e depois, estende-se ao Design Sistêmico, de modo a considerar as necessidades da terra.

Por sua vez, De Waal e Maritz (2022) defendem o uso combinado de preceitos da IF, do *Design Thinking* e do *Lean Startup* para desenvolver modelos educacionais empreendedores e disruptivos em IES. Segundo os pesquisadores, o uso de ferramentas de design – tais como Mapa da Empatia, Jornada do Usuário e entrevistas semiestruturadas – é oportuno para obter informações detalhadas sobre as necessidades e os sentimentos dos usuários do contexto

educacional. Na sua pesquisa, essas informações permitiram desenvolver um produto mínimo viável digital apropriado à realidade do público-alvo para ensinar empreendedorismo.

Na literatura da área também foi possível identificar um exemplo de educação da IF, no contexto mexicano. Trata-se da *Universidad Iberoamericana de Puebla*, uma instituição privada de educação superior que promove atividades educacionais a partir da IF, por meio de observações e entrevistas com comunidades locais vulneráveis. Segundo Molina e Cuevas (2018), mediante essas práticas os discentes têm a oportunidade de conhecer a realidade regional e projetar produtos, serviços e modelos de negócios, sob um enfoque inclusivo. Esse processo de formação é realizado por meio de uma abordagem educacional denominada “*Área de Síntesis y Evaluación*” (ASE), composta por três disciplinas – cada uma com máximo 15 alunos de diferentes áreas da Engenharia –, com o intuito de promover as seguintes competências:

- Otimização de recursos, levando em consideração o custo que os usuários podem pagar;
- Identificação de materiais que atendam às restrições existentes para selecionar aqueles que melhor resolvem o problema identificado;
- Geração de processos e sistemas, considerando variáveis ambientais para minimizar ou evitar impactos negativos no meio ambiente;
- Formulação de alternativas de financiamento para a concretização do projeto nos contextos social, cultural, econômico e ambiental;
- Inovação de processos, em diferentes áreas do projeto, para promover seu desenvolvimento e logística;
- Conhecimento e cumprimento das leis trabalhistas, de segurança, higiene e proteção ambiental para o desenvolvimento das atividades de projeto; e
- Utilização de ferramentas com enfoque humano que promovam o bem-estar dos atores envolvidos na ação projetual, além de incentivar a análise das consequências socioeconômicas e ambientais das decisões tomadas.

Quanto aos resultados da aprendizagem, os autores mencionam que os estudantes participantes devem entregar um artigo acadêmico e um protótipo funcional, junto a uma resenha técnica que explique o funcionamento e a finalidade da solução projetada. As características do protótipo são avaliadas por diversos professores vinculados à Faculdade de Ciências e Engenharia, de forma a verificar sua contribuição na comunidade estudada. Por

último, os projetos de base tecnológica que atendam aos requisitos exigidos pelo ASE, são expostos no evento institucional Expo IBERO Puebla²¹.

Segundo a *European Commission* (2017b) o interesse das universidades e outras organizações acadêmicas na IF não é novo. Diversos cursos e programas acadêmicos tornaram-se populares nos últimos dez anos, em economias avançadas e em desenvolvimento, como consequência do surgimento de uma maior consciência das oportunidades em mercados da BoP, assim como a possibilidade de criar bens que possam resolver problemas latentes em setores de agricultura, saúde, moradia e educação. Essa conjuntura tem demandado formação em capacidades que permitam a compreensão profunda do contexto local e das necessidades dos usuários. Para tal, as universidades estão difundindo a IF como meio (processo) e fim, por meio de abordagens teórico-práticas holísticas e interdisciplinares.

A seguir, no Quadro 25, apresentam-se as principais Instituições acadêmicas no mundo que estão realizando atividades para estímulo e difusão da IF.

²¹ Expo IBERO Puebla. Mais informações em: <https://www.iberopuebla.mx/noticias/expo-otono24>. Acesso em: 04 nov. 2024.

Quadro 25 – Instituições acadêmicas que difundem a IF

Perfil da iniciativa	Descrição	Projetos de êxito
Denominação: <i>Frugal Innovation Hub</i> . País: Estados Unidos. Universidade gestora: <i>Santa Clara University</i> . Ano de origem: 2012.	-Trata de um centro universitário que promove o desenvolvimento de projetos junto a estudantes de Engenharia e o mercado para criar soluções tecnológicas frugais que atendem a comunidades de baixa renda no mundo; -Cada projeto nasce da necessidade de uma organização social (corporação, empresa social e ONG); -Possui cinco laboratórios de inovação especializados que apoiam o processo de geração da IF, quais sejam: laboratório de construção sustentável, laboratório de soluções de energia térmica, laboratório móvel para benefício social e laboratório de materiais frugais.	-Micro rede solar em Togo: solução desenvolvida para uma vila chamada “<i>Danyi Mempassem</i>”, em Togo, na África, para fornecer eletricidade; -“<i>SCUcube</i>”: pequeno satélite que fornece serviços de comunicação em áreas com desastres naturais, por meio de um sistema semipassivo de controle de atitude por gradiente de gravidade; -Sensor de papel: solução que permite detectar a presença de E. coli no leite materno humano doado; -“<i>Forge 2.0 Clean-Burning</i>”: fogão de queima limpa para nicaraguenses rurais. O objetivo da solução é ajudar a reduzir doenças respiratórias causadas pelo cozimento com biomassa e madeira.
Denominação: <i>Centre for Frugal Innovation in Africa</i> . País: Países Baixos. Universidade gestora: <i>Leiden University, University of Delft of Technology e Erasmus University Rotterdam</i> . Ano de origem: 2013.	-Trata de um centro universitário que realiza investigação e projetos com diversos atores da sociedade, para desenvolver soluções frugais e humanitárias em mercados africanos, com participação de multinacionais; -O centro também desenvolve palestras e cursos de curta duração, orientados a estudantes de todos os níveis acadêmicos na temática da IF.	-“<i>The Trans-African Hydro Meteorological Observatory</i>”: rede de monitoramento de baixo custo que acompanha as alterações climáticas na África Subsaariana e apoia o trabalho dos agricultores locais; -<i>Frugal MRI scanner</i>: sistema de ressonância magnética barato e sustentável para diagnosticar hidrocefalia em países em desenvolvimento, como Uganda. A solução foi desenvolvida com apoio da <i>Mbarara University of Science and Technology</i>.
Denominação: <i>Design for Extreme Affordability</i> . País: Estados Unidos. Universidade gestora: <i>Stanford University</i> . Ano de origem: 2004.	-Trata de um curso universitário para estudantes da <i>Stanford University</i>. O curso conecta organizações do mundo todo com o corpo docente e discente, por meio de parcerias formais para formular e implementar projetos frugais; -O <i>Design Thinking</i> e o <i>Human-Centered Design</i> (HCD) são utilizados como abordagens de cocriação nos <i>workshops</i> e nas aulas teórico-práticas para que os alunos possam entender o conceito da IF e colocá-lo em prática no mundo real.	-“<i>M.kat</i>”: incubadora infantil eficiente e barata para o contexto do Nepal; -“<i>The Water Basket</i>”: sistema de armazenamento de água acessível e portátil que alivia a carga física dos agricultores em Mianmar; -“<i>Respira</i>”: espaçador para asma feito de uma única folha de papel dobrada; -“<i>Learning Light</i>”: lâmpada LED acessível alimentada por baterias AA e carregada com energia solar; -“<i>Embrace</i>”: empresa social que visa ajudar milhões de bebês vulneráveis, por meio de um aquecedor infantil de baixo custo, concebido para áreas com recursos limitados e com eletricidade limitada ou inexistente.
Denominação: <i>Frugal Digital Copenhagen</i> . País: Dinamarca. Universidade gestora: <i>Copenhagen Institute of Interaction Design</i> . Ano de origem: 2012.	-Trata de um grupo de pesquisa independente criado pelo <i>Copenhagen Institute of Interaction Design</i>, com apoio do Vinay Venkatraman, pesquisador e docente em IF; -O grupo trabalha em parceria com organizações e instituições acadêmicas para desenvolver diversos projetos e soluções digitais em ambientes com poucos recursos. Seus principais objetivos são: (i) inspirar inovadores globais; (ii) trocar conhecimento; (iii) pesquisar ferramentas/métodos para desenvolver IF; e (iii) fornecer consultoria em projetos frugais.	-Solução para melhorar a participação dos cidadãos na gestão pública, no nível municipal; -Estação de rádio comunitária de baixo custo; -Projeto de baixo custo para melhorar a educação nos países pobres.

(continua)

(continuação)

Perfil da iniciativa	Descrição	Projetos de êxito
Denominação: <i>Centre for India and Global Business</i> . País: Inglaterra. Universidade gestora: <i>University of Cambridge</i> . Ano de origem: 2009.	-Trata de um centro de pesquisa em IF e outras áreas do conhecimento para apoiar a integração de líderes empresariais, acadêmicos e políticos da Índia. Graças às publicações realizadas por Jaideep Prabhu e Navi Radjou, o centro tornou-se um importante <i>habitat</i> de pesquisa em IF para o contexto indiano; -O centro já trabalhou em parceria com a <i>Nordic Frugal Innovation Society</i>²² para sediar o primeiro <i>Inno Frugal UK</i>.	-“<i>India Stack</i>”: solução que fomenta a inclusão financeira e social, por meio de pagamentos digitais em mercados emergentes.
Denominação: <i>Center for Frugal Innovation</i> . País: Alemanha. Universidade gestora: <i>Hamburg University of Technology</i> . Ano de origem: 2013.	-Trata de uma iniciativa desenvolvida pela <i>Hamburg University of Technology</i> e pelo <i>Instituto Global and Frugal Innovation</i>. Seu principal objetivo é desenvolver pesquisa em IF em cooperação com diferentes <i>stakeholders</i> e instituições do mundo; -O centro oferece serviços de consultoria para empresas locais que visam desenvolver produtos frugais. Além disso, apoia a decisores políticos na criação de um ambiente adequado para desenvolvimento de IF e na promoção de programas/projetos locais.	-Colheitadeiras baratas, robustas e fáceis de usar para agricultores indianos: projeto desenvolvido por diferentes instituições da Alemanha e da Índia.
Denominação: <i>Tata Center for Technology and Design</i> . País: Estados Unidos. Universidade gestora: <i>Massachusetts Institute of Technology</i> . Ano de origem: 2012.	-Trata de um centro universitário que visa o desenvolvimento de produtos e serviços acessíveis para ambientes com restrições de recursos, em áreas como: agricultura, energia, meio ambiente, saúde, moradia e água; -Uma vez por ano, os membros do corpo docente do <i>Massachusetts Institute of Technology</i> encaminham propostas de projetos práticos e de pesquisa para avaliação. Posteriormente, o <i>Tata Centre</i> indica alunos de pós-graduação para participarem dos projetos aceitos. Os alunos participam de cursos específicos e passam seis semanas do programa na Índia, trabalhando em conjunto com professores, organizações locais, empresas e instituições governamentais. O centro também recebe acadêmicos e estudantes de graduação para pesquisar a IF e a BoP, por meio dos princípios básicos de relevância, praticidade e sensibilidade ao contexto.	-“<i>Bullkey</i>”: trator especializado para substituição de força animal em fazendas indianas; -Pé protético: solução de alto desempenho, baixo custo e de fabricação em massa para amputados na Índia e em países em desenvolvimento. Através de um novo método quantitativo chamado <i>Lower Leg Trajectory Error</i>, a solução replica a marcha e a carga do pé, usando materiais acessíveis de baixo custo; -“<i>Smart Grain Bags</i>”: sacos com sensores de baixo custo que ajuda aos gerentes de armazéns a manter o teor de umidade dos grãos alimentícios dentro dos limites permitidos, evitando ataques de pragas; -Sistema de dessalinização de água por meio de energia solar: sistema de purificação de água por eletrodíálise fotovoltaica de acionamento direto apropriado para aplicações de pequena escala em aldeias indianas. Fornece uma solução eficiente, sustentável e competitiva em comparação com sistemas de osmose reversa <i>on-grid</i> existentes.

(continua)

²² A *Nordic Frugal Innovation Society* consiste em uma organização sem fins lucrativos que oferece consultoria para empresas que precisam aprender a lidar com limitações de recursos financeiros, materiais e/ou institucionais. A organização atua principalmente como anfitriã do *InnoFrugal*, uma conferência anual destinada a inovadores e pesquisadores frugais. A conferência também visa criar conexões entre *start-ups*, organizações sem fins lucrativos e investidores de projetos frugais, por meio de *workshops* sobre IF (Wohlfart *et al.*, 2018).

(conclusão)

Perfil da iniciativa	Descrição	Projetos de êxito
Denominação: <i>Tata Centre for Technology and Design Indian.</i> País: Índia. Universidade gestora: <i>Indian Institute of Technology Bombay.</i> Ano de origem: 2014.	-Trata de um centro universitário que visa treinar líderes em Negócios, Engenharia e Design. Seu foco de trabalho é construir uma cultura de inovação e empreendedorismo para usuários da BoP, a partir da parceria com o <i>Tata Center for Technology and Design da Massachusetts Institute of Technology</i>; -Os alunos envolvidos no programa do centro, conhecido como “<i>Tata Fellows</i>”, participam de dois cursos fundamentados em seminários que combinam pesquisa, palestras e prática de campo, para desenvolver soluções nas áreas de educação, energia, atenção médica, moradia, gestão da água, resíduos e agricultura.	-“VMOCSH”: linha de apoio colaborativa móvel baseada em voz. O objetivo da solução é fornecer acesso à informação para populações analfabetas e pobres; -Treinamento em linguagem falada por meio de dispositivos móveis: sistema de avaliação automática que visa fornecer uma solução tecnológica acessível e escalável para estudantes de baixo recursos. Permite obter um <i>feedback</i> imediato sobre pronúncia e fluência em inglês; -Fogões com gaseificadores para gerenciar resíduos de jardins: solução que permite tornar os resíduos em pellets ou briquetes.
Denominação: <i>Institute for Engineering Leadership.</i> País: Cingapura. Universidade gestora: <i>National University of Singapore.</i> Ano de origem: 2012.	-Trata de uma iniciativa acadêmica que oferece projetos semestrais para estudantes de pós-graduação, por meio de uma metodologia de aprendizagem-ação. A partir de equipes interdisciplinares, o <i>Institute for Engineering Leadership</i> trabalha na identificação de soluções tecnológicas para problemas reais específicos pré-selecionados nos mercados emergentes e na indústria; -O seu curso “<i>Frugal Innovation: Doing More with Less</i>”, permite aos estudantes aprenderem as características da IF e aplicá-las em casos reais.	-Gestão de resíduos aquícolas: visa identificar os resíduos e propor produtos finais alternativos de maior valor, para evitar o armazenamento/descarte e a poluição em cursos de água a jusante em locais como Sabah e a Indonésia; -Sistema de irrigação inteligente que combinam detecção de água: projeto desenvolvido em parceria com a <i>Indian Institute of Technology Bombay</i> e a empresa <i>Soilsens</i>; -Ampliação da agricultura urbana em Cingapura, por meio da inclusão de cidadãos com deficiência intelectual: o projeto envolve membros do Movimento para Deficientes Intelectuais de Cingapura na produção de rebentos, a partir de sementes que podem ser transplantadas nas suas casas.

Fonte: Elaborado a partir de *European Commission* (2017a), *Wohlfart et al.* (2018) e *Obungoloch et al.* (2023).

Como mencionado anteriormente, as IES estão explorando as contribuições da IF por meio de atividades de ensino, pesquisa e extensão. Apesar de que essas iniciativas universitárias estejam em diferentes espaços geográficos, elas compartilham pontos-chave para a promoção do enfoque frugal em práticas educacionais, conforme apontam a *European Commission* (2017a) e Wohlfart *et al.* (2018):

- **Compreensão do contexto local:** construção de uma base de evidências que expliquem as características territoriais, culturais, econômicas, sociais e ambientais do mercado local;
- **Inter e transdisciplinaridade:** desenvolvimento de disciplinas que integralizam conhecimentos de Engenharia, Design, Negócios, Antropologia e Sociologia, para a criação de soluções mais holísticas;
- **Colaboração entre diferentes partes interessadas:** estabelecimento de parcerias para geração de um ambiente mais propício à IF. É necessário trabalhar com uma visão de inovação aberta para preencher *gaps* em habilidades/capacidades e garantir a continuidade do vínculo entre os alunos e as comunidades usuárias das soluções; e
- **Busca pela geração de triplo impacto na sociedade:** desenvolvimento de projetos frugais que visam atender, simultaneamente, propósitos sociais, ambientais e econômicos.

Os autores também sinalizam benefícios para as instituições que difundem a IF, dentre elas: (i) cumprir suas missões sociais e se tornarem atores-chave nos sistemas de empreendimento e inovação locais, nacionais e internacionais; (ii) dar mais voz a movimentos populares e legitimar seu quefazer na sociedade; (iii) promover espaços educacionais criativos, abertos à experimentação e à prototipagem; e (iv) aumentar sua competitividade ao formar estudantes capazes de explorar novas oportunidades de negócios em mercados esquecidos e criarem iniciativas com ênfase socioeconômica e ambiental.

No Quadro 26, apresenta-se uma compilação das estratégias de educação frugal descritas nesta subseção.

Quadro 26 – Síntese das estratégias de educação frugal mapeadas na literatura

Estratégias de educação frugal	Autores
Integrar aspectos humanos, sociais, culturais, políticos, econômicos, psicológicos e geográficos em sala de aula.	Zwarthoed (2015) e O'Neill <i>et al.</i> (2012).
Incorporar características socioculturais e geográficas dos participantes, bem como seus <i>insights</i> da experiência educacional para personalizar o conteúdo das aulas.	Shah e Calonge (2019), O'Neill <i>et al.</i> (2012) e Masters (2020, 2024).
Ter a participação de diversos <i>stakeholders</i> locais – alunos, professores, governos e outras instituições locais –, em atividades de educação.	Shah e Calonge (2019), O'Neill <i>et al.</i> (2012), <i>European Commission</i> (2017a) e Wohlfart <i>et al.</i> (2018).
Disponibilizar infraestrutura tecnológica e sustentável, ajustadas às necessidades dos discentes.	Shah e Calonge (2019).
Combinar ideias, técnicas e conceitos de Engenharia, Design, Negócios, Antropologia e Sociologia, por meio de abordagens holísticas.	Masters (2020, 2024), <i>European Commission</i> (2017a) e Wohlfart <i>et al.</i> (2018).
Promover a experimentação, o pensamento criativo e a resolução de problemas entre os participantes.	Masters (2020, 2024).
Entregar projetos educacionais e de pesquisa com acesso livre e gratuito, por meio do <i>Creative Commons</i> .	Masters (2020, 2024).
Reciclar e reutilizar recursos, materiais e tecnologias disponíveis localmente, de maneira criativa.	Masters (2020, 2024).
Considerar espaços (físicos e virtuais), custos financeiros e recursos humanos para entregar valor em projetos frugais.	Masters (2020, 2024) e Molina e Cuevas (2018).
Agregar flexibilidade, praticidade e minimalismo ao projeto educacional para que possa se adaptar agilmente a eventos imprevistos.	Masters (2020, 2024).
Realizar ciclos contínuos de refinamento do projeto educacional junto ao público-alvo e verificar se gera impactos negativos em aspectos humanos, de segurança, higiene e proteção ambiental.	Masters (2020, 2024), O'Neill <i>et al.</i> (2012) e Molina e Cuevas (2018).
Utilizar ABJ, ABD, aprendizagem situacional e recursos de <i>e-learning</i> para estimular a discussão de conceitos relacionados à IF.	Arnab (2020) e Arnab <i>et al.</i> (2021), Clarke <i>et al.</i> (2020), Lockridge (2019) e Woo e Hew (2017).
Utilizar competências educacionais compostas por: cidadania digital, pensamento crítico, criatividade, recursividade, colaboração, criação de conteúdo, consumo de recursos digitais e comunicação efetiva.	Lockridge (2019), Molina e Cuevas (2018) e Masters (2020, 2024).
Ensinar teorias subjacentes e recursos associados à IF, por meio de Estudo de Caso e palestras.	Woo e Hew (2017) e O'Neill <i>et al.</i> (2012).
Projetar ambientes de aprendizagem positivos e produtivos, que permitam liberdade de movimento e que incentivem atividades ao ar livre, especialmente caminhar.	Woo e Hew (2017).
Desenvolver soluções junto às comunidades da BoP, com participação de diversos alunos em cursos experimentais de Engenharia e empreendedorismo social.	O'Neill <i>et al.</i> (2012), Molina e Cuevas (2018), <i>European Commission</i> (2017a) e Wohlfart <i>et al.</i> (2018).
Convidar docentes externos que possuam conhecimentos em Desenvolvimento Internacional, Estudos Globais, Política de Ciência e Tecnologia, Sustentabilidade, Antropologia, Design, Engenharia e Negócios.	O'Neill <i>et al.</i> (2012).
Incluir a noção da IF como Design Frugal, fundamentada no DCU e no <i>codesign</i> .	O'Neill <i>et al.</i> (2012) e Upadhyay e Puneekar (2023).
Combinar preceitos da IF, do <i>Design Thinking</i> e do <i>Lean Startup</i> no processo educacional.	De Waal e Maritz (2022).
Utilizar ferramentas de design, tais como: Mapa da Empatia, Jornada do Usuário e entrevistas semiestruturadas.	De Waal e Maritz (2022).
Utilizar como evidências de aprendizagem documentos acadêmicos e protótipos funcionais, bem como resenhas técnicas que expliquem o funcionamento e a finalidade das soluções propostas.	Molina e Cuevas (2018).
Realizar atividades educacionais com grupos pequenos (máximo 15 alunos) conformados por discentes de diferentes áreas do conhecimento.	Molina e Cuevas (2018).
Construir uma base de evidências que expliquem as características territoriais, culturais, econômicas, sociais e ambientais de soluções frugais do mercado local.	<i>European Commission</i> (2017a) e Wohlfart <i>et al.</i> (2018).

Fonte: Elaborado pela autora.

Dando prosseguimento aos objetivos da pesquisa, a seguir, apresentam-se práticas, ferramentas, métodos e abordagens utilizados para formular e desenvolver soluções frugais, conforme os achados da literatura.

4.1.2 Resultados da revisão bibliográfica sobre Abordagens de Design Frugal

Kimbell (2009) e Meroni e Sangiorgi (2011) ressaltam as abordagens de Design como instrumentos capazes de dar uma resposta às questões complexas da sociedade contemporânea, com base nas suas capacidades de identificar problemas, facilitar colaborações e projetar protótipos liderados pelos usuários. Em processos de desenvolvimento de projetos com enfoque frugal, a aplicação dessas abordagens implica o uso mínimo de recursos e o envolvimento com comunidades para entregar valor para mais pessoas (Rao, 2013; Bhatti *et al.*, 2018). Na literatura, essa dinâmica tem sido abordada com diferentes denominações, tais como: Design Frugal para o contexto marginalizado, Desenvolvimento de Novos Produtos Frugais (DNPf), Design para Inovação Frugal (D4IF) e ADF (Upadhyay; Punekar, 2023; Brem *et al.*, 2020; Pedroso *et al.*, 2023; Jagtap, 2021; Sharma; Iyer, 2012). Neste estudo, foi utilizada a sigla “ADF” para discutir sobre o conjunto de práticas, ferramentas, métodos e abordagens colaborativos em processos de design de novos produtos que permitem a geração de soluções e modelos de negócios frugais, junto a indivíduos em vulnerabilidade sociocultural e econômica.

Dentre os achados do mapeamento do estado da arte sobre ADF, identificou-se o *framework* desenvolvido por Upadhyay e Punekar (2023). Os autores realizaram uma análise retrospectiva bibliográfica e uma PA, que lhes permitiu integrar uma série de etapas, diretrizes e ferramentas para a concepção de soluções frugais com participação constante de pessoas da BoP. No Quadro 27, descreve-se a proposta.

Quadro 27 – Etapas, diretrizes e ferramentas para a concepção de soluções frugais com a BoP

Etapas	Diretrizes	Ferramentas
Entendimento.	-Compreender o estilo de vida da comunidade pesquisada e seus potenciais usuários; -Delimitar uma fronteira de contexto que a solução impactará; -Obter <i>insights</i> preliminares da pesquisa e identificar as partes interessadas/colaboradores do projeto; -Mapear os requisitos de design estratégico e de produto, e critérios mensuráveis de sucesso do projeto.	Entrevistas, visitas de campo e estudos etnográficos.
Ideação.	-Formular conceitos de produtos alternativos.	<i>Brainstorming</i> , cinética e pensamento associativo.

(continua)

(conclusão)

Etapas	Diretrizes	Ferramentas
Ideação.	-Identificar múltiplas ideias estratégicas e agrupar as mais compatíveis em uma única proposta de solução.	Mapa dos <i>Stakeholders</i> , análise da cadeia de valor e modelos de negócios.
Conceitualização.	-Desenvolver a arquitetura do produto e analisar ideias estratégicas que podem afetar a sua estrutura. Os resultados incluem protótipos e avaliações de desempenho de produto.	Análise dos efeitos e modos de falha do projeto (DFMEA), Design para Manufatura (DFM), avaliação do ciclo de vida do produto e métodos de Engenharia Frugal.
	-Desenvolver um plano estratégico detalhado para disseminar a solução no contexto.	Mapa dos <i>Stakeholders</i> , Jornada do Usuário, projeções financeiras para detalhar os componentes estratégicos da solução e métodos de avaliação participativa.
Finalização.	-Detalhar o processo de design da solução e apresentar os resultados aos usuários.	Planos de negócio e manufatura, métodos <i>proxy</i> de avaliação de design de serviços e sistemas sociotécnicos.
	-Planejar e desenvolver colaborativamente relatórios, protótipos, orçamentos, acordos e métricas para avaliar o sucesso de longo prazo da solução.	

Fonte: Elaborado a partir de Upadhyay e Punekar (2023).

Além das diretrizes mencionadas no Quadro 27, os pesquisadores salientam o uso do *codesign*²³ como instância importante para geração da IF. Para Upadhyay e Punekar (2023) o *codesign* promove a atuação ativa e direta com o usuário/comunidade em várias etapas do processo do design, tais como: identificação e clarificação do problema, mapeamento de requisitos e análises, design detalhado, avaliação, customização e redesign. Para utilizar essa abordagem participativa é necessário realizar uma dinâmica inclusiva que oriente os usuários no uso de ferramentas de design, a fim de mitigar diferenças de poder e outras restrições sociais na dinâmica projetual (Upadhyay; Punekar, 2023).

Jagtap (2021) traz outra proposta metodológica de design para geração de inovações frugais denominada “Metodologia de Design Integrado para projetar inovações frugais para a BoP” (*Integrated Design Methodology for designing frugal innovations for the BOP* – Frugal-IDeM em inglês). A metodologia surgiu a partir de uma pesquisa bibliográfica sobre estudos realizados em nações com restrições de recursos, que versam sobre os seguintes tópicos: design para a BoP, design para o desenvolvimento, sistemas de produtos e serviços, inovações frugais, engenharia humanitária e TA.

De acordo com o pesquisador, é necessário desenvolver metodologias que incluam os repertórios histórico e sociocultural das pessoas da BoP, assim como aproveitar os conhecimentos que eles possuem sobre a identificação e o uso de recursos locais para formular soluções adequadas aos seus territórios. Para atingir esse objetivo, o autor apresenta um

²³ Segundo Zamenopoulos e Alexiou (2018) o termo *codesign* sinaliza colaboração, cooperação, coletividade ou conectividade do compromisso das pessoas no projeto. Sob essa ótica, o termo *codesign* é um termo guarda-chuva que abraça diversas práticas relacionadas a Design Colaborativo, Design Cooperativo, Design Sociotécnico, dentre outras atividades projetuais que outorgam autonomia e poder de decisão a seus participantes.

conjunto de critérios-chave e métodos que guiam cada etapa do processo de projeto e desenvolvimento de inovações frugais, expostos no Quadro 28.

Quadro 28 – Critérios-chave, métodos e atividades de projeto e desenvolvimento de inovações frugais

Critério-chave	Objetivo	Métodos	Atividades projetuais
Compreensão contextual holística.	Compreender as problemáticas locais – institucionais, de infraestrutura, econômicas, psicossociais, físicas e de conhecimento – para projetar a partir delas.	-Utilizar estruturas de Design Holístico; -Implementar a Estrutura Pessoas, Objetos, Ambientes, Mensagens e Serviços (POEMS); -Utilizar esquemas de classificação de restrições.	-Planejamento do projeto para esclarecimento de tarefas.
Envolvimento com pessoas da BoP.	Conviver com pessoal da BoP nas atividades de design para conhecer suas circunstâncias de vida e aumentar a probabilidade de uso contínuo das inovações frugais.	-Reconhecer diferenças entre grupos da BoP; -Reconhecer o conhecimento em recursos e redes locais das pessoas da BoP; -Usar imagens e narrativas locais.	-Planejamento do projeto para esclarecimento de tarefas; -Projeto conceitual e detalhado; -Realização e implementação.
Adaptação da solução.	Realizar adaptações contextuais e de uso da IF para atender às necessidades e aos requisitos específicos da BoP.	-Realizar uma adaptação nos atributos da solução, por meio de compreensibilidade visual, marketing interpessoal e acessibilidade.	-Projeto conceitual e detalhado.
Planos de treinamento específicos do contexto.	Aumentar as competências das pessoas da BoP para que participem como orientadores em atividades de design, desenvolvimento e implementação da IF.	-Utilizar instrutores locais; -Considerar idade, sexo e nível educacional dos participantes; -Desenvolver programas locais de formação.	-Planejamento do projeto para esclarecimento de tarefas; -Projeto conceitual e detalhado; -Realização e implementação.
Aproveitar os pontos fortes locais.	Identificar e explorar as características socioculturais da BoP e os seus recursos locais para gerar IF.	-Realizar inserção social; -Delimitar criativamente os pontos fortes; -Usar cultura de compartilhamento, produtos e redes sociais disponíveis.	-Projeto conceitual e detalhado.
Oportunidades de geração de renda.	Envolver pessoas da BoP em funções de fabricação e manutenção das soluções frugais.	-Empoderar as pessoas da BoP como produtores e colaboradores em atividades do ciclo de vida do produto; -Fomentar a participação da BoP em atividades que geram lucro.	-Planejamento do projeto para esclarecimento de tarefas; -Projeto conceitual e detalhado; -Realização e implementação.
Programas de conscientização adequados.	Desenvolver programas educacionais apropriados às condições de vida e modos de pensar das pessoas da BoP.	-Utilizar estilos de pensamento pictográficos e específicos dos indivíduos da BoP; -Realizar demonstrações da funcionalidade da IF e suas vantagens; -Utilizar métodos sociais e conversas; -Utilizar idioma local, estratégias boca a boca e <i>roadshows</i> .	-Planejamento do projeto para esclarecimento de tarefas; -Projeto conceitual e detalhado; -Realização e implementação.
Implementação dos requisitos do ciclo de vida da inovação.	Identificar os requisitos necessários para implementar, reparar e reciclar inovações frugais em ambientes restritos da BoP.	-Estruturas de Design Holístico; -Focar em atributos do produto, tais como: confiabilidade, durabilidade e facilidade de manutenção; -Testar soluções em ambientes reais; -Geração de modelos de negócios adequados ao contexto (por exemplo <i>Product-Service System – PSS</i>).	-Planejamento do projeto para esclarecimento de tarefas; -Projeto conceitual e detalhado; -Realização e implementação.

(continua)

(conclusão)

Crítério-chave	Objetivo	Métodos	Atividades projetuais
Colaboração intersetorial.	Fomentar a colaboração entre diversos <i>stakeholders</i> para reunir seus conhecimentos e suas competências, a fim de abordar uma série de lacunas na cadeia de valor nas comunidades da BoP.	-Incluir parceiros que possuam amplo conhecimento na área do projeto; -Respeitar as diferenças socioculturais; -Utilizar métodos de comunicação específicos do contexto; -Estabelecer relacionamentos baseados na confiança.	-Planejamento do projeto para esclarecimento de tarefas; -Projeto conceitual e detalhado; -Realização e implementação.
Adaptar o gerenciamento de projetos e superar preconceitos.	Adaptar os estilos de comunicação às especificidades e condições da BoP, para estabelecer relações de confiança e superar preconceitos.	-Utilizar uma abordagem <i>bottom-up</i> de design; -Indicar claramente o papel de cada parceiro; -Promover uma perspectiva de longo prazo; -Utilizar estilos de comunicação específicos do contexto.	-Planejamento do projeto para esclarecimento de tarefas; -Projeto conceitual e detalhado; -Realização e implementação.

Fonte: Elaborado a partir de Jagtap (2021).

Segundo Jagtap (2021), é fundamental utilizar métodos/estratégias inter e transdisciplinares e participativos para incluir os conhecimentos nativos das comunidades da BoP em todo o processo de design e desenvolvimento de soluções frugais. O *codesign* é especialmente idôneo para promover o respeito das diferenças socioculturais e metacognitivas, bem como estabelecer relações de confiança duradouras entre diversos *stakeholders*. Conforme Gregory (2003), Manzini (2008; 2017), Zamenopoulos e Alexiou (2018), a abordagem participativa no design é efetiva para que os produtos e/ou serviços desenvolvidos junto aos usuários tenham maiores oportunidades de serem bem sucedidos nas suas comunidades, sendo uma via para a transformação social e o desenvolvimento sustentável local. Assim, o sucesso das inovações frugais depende da interação constante e integrativa com o pessoal da BoP, para atender aos seus reais estilos de vida, necessidades e desejos.

Castillo *et al.* (2012) apresentam outra alternativa de arcabouço conceitual para o desenvolvimento de produtos, serviços e sistemas para a BoP. De acordo com os autores, entregar valor para essas populações demanda o desenvolvimento de artefatos simples, funcionais, estéticos, econômicos, culturais, ambientais, e potencialmente de código aberto. Além disso, devem ser soluções que permitam tornar as suas comunidades em empreendedores capacitados e autossustentáveis. Para isso, é necessário que a equipe de design considere os seguintes critérios:

- a) **Desejabilidade:** realizar uma pesquisa para compreender em profundidade aos usuários e seu contexto;
- b) **Viabilidade técnica:** identificar os requisitos técnicos que permitem o desenvolvimento tecnológico da solução;

- c) **Viabilidade econômica:** identificar os elementos que permitem gerar e capturar valor financeiro da solução; e
- d) **Sustentabilidade:** identificar os aspectos da solução que permitem criar valor social, ambiental e econômico.

Com base nesses critérios e informações obtidas por meio de 2 casos de estudo frugais – Pé de Jaipur e *Powerfoot BiOM* –, Castillo *et al.* (2012) propõem a integração de diferentes abordagens, quais sejam: *Design for Sustainability (DfS)*, HCD, Protocolo para a BoP e Caixa de Ferramentas de Criação de Mercado (*Market Creation Toolbox* em inglês). Considerando as ferramentas citadas, os pesquisadores propõem um *framework* para desenvolvimento de produtos para a BoP, composta por 5 etapas. No Quadro 29, são expostas suas etapas junto aos seus objetivos e instrumentos projetuais.

Quadro 29 – Framework para design de produtos com a BoP

Etapas	Objetivo	Ferramentas
Preparação.	-Definir os membros da equipe, os objetivos e as estratégias de design, os parceiros da comunidade, o cronograma e o espaço necessário para desenvolver e entregar uma solução.	-Definição de metas e estratégias; -Avaliação rápida do mercado; -Formação e treinamento de equipes; -Definição de espaço.
Contextualização.	-Criar empatia com a comunidade participante, por meio do uso de métodos de pesquisa qualitativa; -Inspirar a imaginação e mapear novas oportunidades e ideias; -As ferramentas podem ser utilizadas em posteriores etapas para avaliar o processo de aprendizagem e as soluções propostas.	-Entrevistas individuais e grupais e com especialistas; -Imersão em contexto; -Autodocumentação; -Descoberta orientada pela comunidade; -Pitch e Storytelling; -Análise SWOT; -Mapas mentais; -Mapa do sistema; -Mapeamento social; -Aprender fazendo; -Persona.
Desenvolvimento de conceito.	-Cocriar ideias, selecionar as mais promissoras e detalhar conceitos de design.	-Role-playing; -Esboço de grupo; -Brainstorming; -Prototipagem; -Mapas mentais; -Storyboard; -Codesign; -Cenários; -Caixa Morfológica; -Diretrizes de sustentabilidade; -Proposta de valor.
Implementação.	-Criar um modelo de negócio completo, usando testes em pequena escala e aprendizagem baseada na ação, para implementar a solução que seja mais viável técnica e economicamente.	-Análise de Tarefa; -Blueprint; -Lista de especificações; -Casos de estudo; -Avaliação de viabilidade; -Plano de implementação; -Produto no mercado; -Mapeamento de preços; -Fluxo de recursos; -Distribuição do sistema.

(continua)

(conclusão)

Etapa	Objetivo	Ferramentas
Gerenciamento.	-Identificar e monitorar o impacto da solução no momento da sua entrega e pós-consumo no mercado, sob o ponto de vista econômico e socioambiental; -Identificar e monitorar a forma de manutenção do produto/serviço, assim como sua forma de reintegração técnica ou biológica na sociedade.	-Persona; -Blueprint; -Interação construtiva; -Mágico de Oz; -Maquetes; -Avaliação heurística; -Diagramas; -Indicadores; -Diretrizes de sustentabilidade; -Mapeamento de preços.

Fonte: Elaborado a partir de Castillo *et al.* (2012).

Além das ferramentas sinalizadas no Quadro 29, os autores recomendam utilizar métodos qualitativos e participativos – tais como a etnografia, a avaliação rural participativa e *Grounded Theory* – para identificar e mitigar barreiras socioculturais, políticas e econômicas, assim como mapear dinâmicas relacionais entre usuários, lugares, objetos e instituições. De acordo com Castillo *et al.* (2012), essas ferramentas e abordagens permitem gerar coesão comunitária no processo projetual e fomentar um processo de coprodução de valor junto às comunidades da BoP.

Em 2004, Whitney e Kelkar já sugeriam o uso de abordagens etnográficas e sistêmicas para projetar e implementar soluções interligadas a aspectos físicos, cognitivos, sociais e culturais de indivíduos da BoP. Especificamente, os autores sinalizaram o uso dos seguintes métodos de design: POEMS, Jornada do Usuário, observações etnográficas e entrevistas individuais/grupais. Por meio de uma *Activity-Based Research*, os pesquisadores conseguiram formular duas soluções para favelas localizadas em três cidades da Índia – Mumbai, Ahmedabad e Baroda –, quais sejam: (i) *Mobile H2O*: serviço de assinatura para comprar água potável em favelas; e (ii) *GuildNet*: serviço financeiro facilitado por um banco que incentiva indivíduos a formar alianças comerciais chamadas grupos *GuildNet*. A solução permite melhorar as oportunidades de obtenção de empréstimos, créditos e outras formas de financiamento para subsistência da comunidade.

Mattson e Wood (2014), inspirados nesses autores e no *codesign*, propõem 9 nove princípios orientadores para geração de soluções com pessoas da BoP. No Quadro 30, são expostos cada princípio junto a sua forma de aplicação.

Quadro 30 – Princípios para design de soluções com a BoP

Princípio	Forma de aplicação
O <i>codesign</i> com pessoas de países em desenvolvimento incentiva a empatia do designer, promove o empoderamento do usuário e capacita indivíduos com poucos recursos.	- Conhecer e interagir com as comunidades da BoP e estabelecer o perfil dos participantes utilizando a ferramenta Persona; - Criar uma equipe de design com os participantes da comunidade e garantir condições para que possam ter uma apropriação do processo e recompensa pela sua participação; - Avaliar o ciclo de vida do produto proposto, considerando as condições geográficas do contexto, cadeias de abastecimento e redes de distribuição locais.
Testar o produto no ambiente real é essencial para o design em países em desenvolvimento, e não apenas uma etapa final.	- Destinar tempo e recursos financeiros para realizar testes em campo; - Escolher cuidadosamente os espaços sociais de implementação e/ou teste; - Planejar os testes de campo como atividades intermediárias de desenvolvimento.
Importar tecnologia sem adaptá-la ao contexto de países em desenvolvimento é ineficaz e insustentável.	- Examinar os diversos cenários de uso imprevistos para as soluções propostas, usando ferramentas como DFMEA; - Compreender o contexto social e formular soluções adaptáveis ao tipo de tecnologias existentes localmente; - Utilizar técnicas de design robustas para desenvolver produtos com qualidade e bom desempenho.
Os indivíduos em contextos urbanos e rurais podem se beneficiar dos esforços de redução da pobreza.	- Identificar oportunidades existentes em ambientes urbanos e rurais para produtos que aliviam a pobreza local; - Selecionar cuidadosamente as etapas para projetar o produto em ambientes urbanos, rurais ou ambos, a fim de criar alto impacto; - Analisar como o produto será adquirido e entregue ao usuário final no ambiente escolhido.
Mulheres e crianças sofrem mais os efeitos da redução da pobreza do que os homens.	- Solicitar aos líderes comunitários a inclusão de mulheres no processo de <i>codesign</i>; - Pré-avaliar o impacto que podem causar as soluções nas mulheres e crianças da comunidade.
Técnicas de gestão de projetos adaptadas ao contexto de países em desenvolvimento permitem um processo de design mais eficaz e eficiente.	- Selecionar, adaptar e implementar conscientemente uma estratégia de gerenciamento de projetos; - Articular as responsabilidades e os compromissos dos participantes; - Compreender, valorizar e ajustar o processo de design aos diferentes estilos de comunicação locais; - Estabelecer claramente critérios de sucesso e utilizá-los como ferramentas de gestão de projetos; - Utilizar ferramentas de gestão de riscos e de projetos sem impô-las às comunidades com poucos recursos.
Os produtos para países em desenvolvimento têm maior impacto quando contextualizados, desenvolvidos e implementados por equipes interdisciplinares.	- Reconhecer que a resolução do fenômeno da pobreza precisa de uma visão holística; - Capitalizar o interesse generalizado nos esforços de redução da pobreza para construir uma equipe interdisciplinar; - Cultivar a apropriação coletiva de ideias e responsabilidade por elas; - Usar fundações como centros de conexão com especialistas de diversas áreas do conhecimento; - No caso de ausência de uma equipe interdisciplinar, procurar conhecimentos, habilidades e sensibilidade em aspectos sociais, técnicos, políticos, ecológicos e econômicos para fortalecer o projeto.
A cooperação com governos e influenciadores locais contextualiza e permite a elaboração de planos de alívio da pobreza.	- Antes de entrar em uma comunidade, é essencial identificar líderes sociais locais e como a equipe de design deve interagir com eles; - Identificar como os subornos são tratados nas comunidades e decidir como a equipe de design irá lidar com eles; - Identificar como o governo e os líderes locais podem impactar na implementação do produto e formar um plano alternativo.
Existem estratégias de distribuição que podem ser utilizadas para introduzir produtos com sucesso em países em desenvolvimento.	- Comercializar o produto de uma forma que seja acessível ao usuário; - Tornar o produto o mais barato possível; - Oferecer opções de pagamento flexíveis para aumentar a adoção do produto na comunidade; - Utilizar marketing boca a boca para promover o produto; - Utilizar subsídios de mercado (inicialmente) para produzir novos produtos; - Incluir conhecimento em cada produto vendido; - Vender o produto em mercados desenvolvidos e em desenvolvimento. Usar as vendas no mercado desenvolvido para subsidiar as vendas no mercado em desenvolvimento; - Usar filantropias para aconselhamento jurídico, comercial e de marketing, bem como apoio local; - Pesquisar as estratégias de distribuição que tiveram sucesso com produtos similares.

Fonte: Elaborado a partir de Mattson e Wood (2014).

Em consonância com os autores, a aplicação de cada princípio deve ser um ato colaborativo e igualitário que estimule a compreensão e o envolvimento da população usuária para entregar soluções significativas e sustentáveis. Mattson e Wood (2014) explicam, também, o *codesign* como uma abordagem capaz de: (i) expandir a compreensão sobre as necessidades dos usuários com restrições de recursos; (ii) ampliar a visão sobre o cenário/ambiente onde os produtos irão operar, (iii) promover o sentimento de propriedade colaborativa por parte da equipe de design, pois a ideia ou objeto pertence à comunidade; e (iv) capacitar aos usuários em atividades atuais e futuras de desenvolvimento de produtos.

Seguindo as características do processo de geração de soluções econômicas e socioculturais para a BoP, Pisoni *et al.* (2018) postulam uma nova perspectiva do processo de desenvolvimento de soluções frugais. Esse processo é denominado DNPf e distingue-se por utilizar as necessidades e problemas como catalisadoras de inovação. A partir de um estudo multicaso (onze casos), os autores elencam sete fatores de sucesso para desenvolvimento de produtos frugais:

1. Adoção de um processo de inovação alternativo, baseado nos princípios da inovação arquitetônica e abordagem de modularidade;
2. Aproveitamento de recursos existentes, tais como redes locais;
3. Exploração das necessidades locais e comprometimento dos gestores no processo;
4. Desenvolvimento de uma parceria colaborativa com empresas, fornecedores e atores locais;
5. Seleção cuidadosa da localização do centro de inovação, considerando condições para transferência de tecnologia local;
6. Investimentos em P&D, sem necessariamente realizar fortes investimentos financeiros; e
7. Apoio à pesquisa básica e acadêmica.

Um desdobramento dos princípios de Pisoni *et al.* (2018), é apresentado no estudo intitulado “*How to design and construct an innovative frugal product? An empirical examination of a frugal new product development process*”, no qual Brem *et al.* (2020) apontam sete fatores de sucesso do DNPf, aplicados em pesquisa no contexto universitário, e são expostos no Quadro 31.

Quadro 31 – Fatores de sucesso do processo de DNPf

Fatores de sucesso	Características do processo
Produto.	-Orientado para as necessidades e preferências locais; -Apresenta características essenciais, design otimizado, facilidade de uso, boa relação custo-benefício e excelente relação preço-desempenho.
Processo.	-Foco nas etapas de design, localização e simplificação da configuração, inovação arquitetônica e abordagem de modularidade.
Estratégia.	-Estratégias de curto prazo e locais que exploram necessidades; -Foco em novas tecnologias e contextos emergentes; -Investimentos em P&D para ampliar o processo convencional de desenvolvimento de novos produtos.
Recursos.	-Substituição de ativos não disponíveis localmente e alavancagem de ativos existentes.
Gestão.	-Envolvimento local, compromisso e ganho de confiança dos atores locais.
Equipe.	-Dinâmica <i>bottom-up</i> com parceiros locais e externos; -Apoio à pesquisa básica e acadêmica.
Clima de trabalho.	-Foco na diversidade e na equipe.

Fonte: Elaborado a partir de Brem *et al.* (2020).

Segundo Brem *et al.* (2020), a principal diferença entre o processo convencional de geração de novos produtos e o DNPf é dada pelo impulso de desenvolvimento. Enquanto o primeiro é orientado pelas oportunidades tecnológicas e de mercado, o segundo utiliza as necessidades e as restrições como catalisadores de novos produtos. Posteriormente ao mapeamento dos fatores de sucesso citados, os pesquisadores formularam uma estrutura metodológica fundamentada na combinação da Metodologia de Desenvolvimento de Design de Produto e Processos Ergonômicos, com o intuito de desenvolver um carrinho para catadores de lixo do estado de Santa Catarina. No Quadro 32, expõem-se as etapas, ferramentas e atividades.

Quadro 32 – Estrutura metodológica para design e desenvolvimento de produto frugal

Fase	Ferramentas e atividades
Análise dos critérios frugais.	-Organização de <i>workshops</i> , utilizando técnicas de criatividade (<i>Brainstorming</i> , <i>bissociação</i> e pensamento divergente (ou lateral)); -Definição de critérios frugais identificados no nível funcional do produto existente; - Input = output: Matrix de Posição de Produto Frugal.
Análise da situação atual.	-Diagnóstico preliminar e leitura de documentos oficiais e estatísticos; - Input = output: informações para o processo de design e desenvolvimento de produtos e Matriz de Posição de Produto Frugal.
Análise das condições atuais de trabalho.	-Avaliação das dimensões atuais do equipamento, por meio da escala de Stone <i>et al.</i> (1974) (0 = satisfeito, 7.5 = neutral e 15= satisfeito); - Input = output: informações de aspectos técnicos e esforços físicos (avaliação de dor expressa e postura) para execução do projeto conceitual.
Análise das atividades físicas de trabalho.	-Observações e gravações do uso do artefato atual, escala de desconforto corporal (Corlett, 1995) e método <i>Ovako Working Analysis System</i> (Matila; Vilkki, 1999); - Input = output: Informações de aspectos técnicos e esforços físicos (avaliação de dor expressa e postura) para execução do projeto conceitual.
Síntese do diagnóstico ergonômico.	-Diagnóstico dos principais pontos de trabalho; - Input = output: recomendações para o design detalhado.
Síntese das recomendações ergonômicas.	-Diagnóstico dos principais pontos de trabalho; - Input = output: recomendações para o design detalhado.
Planejamento do produto.	-Preparação do cronograma de trabalho detalhado para construção do artefato.
Desenvolvimento do design de produto.	-Design informativo, conceitual e detalhado / preparação da equipe de produção do equipamento e definição dos materiais utilizados no protótipo e no produto final.
Rastreamento de produto.	-Acompanhamento e avaliação do novo equipamento em situações reais de uso e identificação de pontos que precisam ser ajustados.

Fonte: Elaborado a partir de Brem *et al.* (2020).

As atividades dos *workshops* permitiram aos pesquisadores construir uma Matriz de Posição de Produto Frugal que é composta por 4 eixos, a saber: durabilidade, mecanização, baixo custo e ergonomia. Esses critérios auxiliaram no entendimento das características mais importantes para o usuário do novo produto frugal. Além dessa ferramenta, os autores sinalizam o uso de Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ), *Design Thinking* e abordagens para formulação de modelos de negócios que auxiliam no processo de desenvolvimento e implementação da solução.

Por fim, os pesquisadores sinalizam quatro recomendações para aplicar o DNPf: (1) utilizar ferramentas e/ou técnicas criativas que ajudem no entendimento funcional e sociocultural do produto; (2) trabalhar junto aos usuários durante todo o processo de design e desenvolvimento do produto frugal, ou incluir líderes locais que conheçam muito bem o ambiente de estudo; (3) identificar necessidades, critérios frugais e requisitos funcionais do produto frugal, por meio de equipes multidisciplinares; e (4) priorizar os valores e normas sociais, históricos e culturais dos usuários para atender ao seu contexto.

Outros autores como Cadeddu *et al.* (2019), apresentam uma perspectiva para geração de inovações frugais para a BoP. A partir de um estudo multicaso de soluções frugais e de *insights* obtidos por meio de entrevistas com duas empresas júnior da Indonésia, os pesquisadores conseguiram formular um caminho metodológico para projetar, desenvolver e entregar produtos com enfoque frugal. A seguir, no Quadro 33 apresentam-se as etapas e as principais características da proposta.

Quadro 33 – Processo de DNPf

Etapas	Descrição
<i>Fuzzy front end.</i>	Mapeamento de oportunidade e ideia.
	Seleção de oportunidades e ideia.
Desenvolvimento de conceito.	Estudo de mercado.
	Estudo técnico.
	Avaliação do conceito.
Desenvolvimento do produto.	Design do produto.
	Teste do protótipo.
Comercialização.	Testes do mercado.
	Aumento da produção.

Fonte: Elaborado a partir de Cadeddu *et al.* (2019).

Segundo Cadeddu *et al.* (2019), a primeira etapa envolve a descoberta, geração e seleção de ideias e oportunidades para atender ao mercado-alvo. A segunda etapa consiste no estudo do mercado-alvo, das tecnologias similares existentes e uma avaliação conceitual. Nessa etapa é importante que o estudo de mercado explore cuidadosamente as necessidades básicas dos

consumidores, a acessibilidade e a forma de uso da solução. Já na terceira etapa, são analisados os produtos disponíveis no ambiente de consumo, por meio de *benchmarking*, para entender as funcionalidades das tecnologias básicas existentes. Por fim, na quarta etapa é realizada uma avaliação da proposta, por meio de critérios de funcionalidade na versão física do produto e coavaliação com futuros consumidores. Os pesquisadores salientam, também, a participação do usuário em todas as etapas do processo de desenvolvimento de produtos frugais para atender às reais exigências do contexto.

Resgatando as propostas de Brem *et al.* (2020) e Cadeddu *et al.* (2019), e integrando um protocolo para desenvolvimento de IF, Pedroso *et al.* (2023) apresentam uma estrutura metodológica de projeto focada no desenvolvimento de artefatos frugais. Especificamente, os autores propõem um arcabouço conceitual para desenvolvimento de uma máquina despulpadora que visa atender a indivíduos que praticam extrativismo da palmeira *Butia catarinensis*²⁴. No Quadro 34, apresenta-se a estrutura metodológica.

Quadro 34 – Estrutura metodológica para desenvolvimento de artefatos frugais

Etapas	Crítérios frugais
Análise dos critérios frugais.	Social: -Envolvimento ativo no processo; -Consumidores com renda familiar inferior a um salário mínimo; -Soluções tecnológicas para o indivíduo e a comunidade; -Participação de comunidades tradicionais e indígenas; -Estímulo e criação de políticas públicas e privadas; -Escassez de infraestrutura urbana; -Qualificação profissional – educação; -Promoção do acesso universal; -Promoção de benefícios sociais para melhorar a vida da comunidade. Econômico: -Limitação de recursos financeiros; -Fomento da economia local e da renda familiar; -Desenvolvimento de modelos econômicos de <i>ethos</i> tradicionais; -Redução de custos de vendas do produto final. Ambiental: -Escassez de recursos; -Sustentabilidade ambiental; -Redução e reaproveitamento de resíduos sólidos. Tecnológico: -Customização do produto; -Utilização de tecnologias existentes e adaptação tecnológica; -Baixas especificações e manutenção do produto.
Análise de contexto, necessidades e condições socioculturais.	
Síntese de análise.	
Desenvolvimento de conceito.	
Desenvolvimento do produto.	
Comercialização.	

Fonte: Elaborado por Pedroso *et al.* (2023).

A proposta de Pedroso *et al.* (2023) insere a proposta de Brem *et al.* (2020) nas primeiras etapas do processo para identificar necessidades ergonômicas dos usuários e mapear os

²⁴Árvore sul-americana que fornece frutos e possui características ornamentais (Pedroso *et al.*, 2023).

requisitos técnicos de funcionalidade e segurança dos equipamentos. Depois disso, a proposta de Cadeddu *et al.* (2019) é utilizada para detalhar as etapas de “Planejamento de Produto”, “Desenvolvimento de Design de Produto” e “Rastreamento de produto” do *framework*. Já o protocolo para desenvolvimento de IF, formulado por Pedroso *et al.* (2019), é empregado durante todo o processo de desenvolvimento para garantir a entrega de um artefato economicamente viável, ambientalmente sustentável e socialmente justo.

Seguindo as etapas mencionadas, os autores sugerem aplicar as seguintes atividades e ferramentas: (i) realizar visitas no local de estudo para conhecer aos usuários em seu cenário de vida; (ii) realizar discussões grupais e sessões de *Brainstorming* com os usuários para identificar recursos locais e formas de uso; (iii) realizar testes em laboratório e em situação real, junto aos usuários finais para identificar e corrigir pontos fracos; e (iv) identificar as melhores opções de comercialização que promovem o aumento da eficiência produtiva local, a geração de renda e a preservação da biodiversidade.

Em se tratando do âmbito universitário alemão, Wohlfart *et al.* (2018) apresentam a proposta metodológica utilizada pelo *Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO*, um laboratório institucional com foco em pesquisa e consultoria em IF. Conforme os autores, o laboratório utiliza uma série de atividades, em modalidade híbrida, para fomentar o desenvolvimento de soluções frugais. Dentre as principais atividades, têm-se:

- **Palestras:** apresentação de informações teóricas e casos práticos aos estudantes e discussões sobre suas oportunidades de aplicação;
- **Workshops:** aplicação de metodologias ágeis, casos reais e exemplos práticas sobre IF, assim como dinâmicas ativas para que os estudantes criem seu próprio conhecimento;
- **Projetos por meio de Estudo de Casos:** apresentação e discussão de casos reais para resolver problemáticas;
- **Projeto piloto:** desenvolvimento de protótipos para responder a problemas reais; e
- **Jogos:** aplicação de metodologias de ensino interativo, fundamentadas em jogos, para desenvolver habilidades com enfoque frugal.

Os principais métodos e ferramentas ágeis utilizados pela equipe do *Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO*, para design e desenvolvimento de inovações frugais são:

- **Design Thinking:** é uma abordagem de design ideal para ideação e validação de novas ideias criativas de IF. Seus métodos e instrumentos de design empáticos permitem a conformação de equipes interdisciplinares que utilizam as necessidades

e problemas de seus usuários como fontes de valor frugal. O processo do *Design Thinking* permite criar relações de confiança com o público-alvo;

- **Lean Startup:** é um instrumento ágil que pode ser utilizado como complemento do *Design Thinking* na etapa de validação de ideias. Permite uma avaliação rápida e de baixo custo de pontos críticos para construir um modelo de negócio inovador e sustentável com enfoque frugal; e
- **SCRUM:** é uma metodologia ágil de gerenciamento de projetos, composta por um conjunto de valores, princípios e práticas. Permite apoiar nas etapas de validação de ideias, desenvolvimento e produção do produto frugal, considerando as necessidades e requisitos funcionais do usuário final.

Além desses instrumentos de projeto, Wohlfart *et al.* (2018) sugerem o uso de Análise Conjunta, Curvas de Valor, Analogias e *Business Model Canvas* para o desenvolvimento de soluções frugais bem-sucedidas. Ainda, os pesquisadores ressaltam que a forma de uso de cada instrumento depende da tangibilidade do produto, do tamanho do projeto e das incertezas relacionadas com a tecnologia existente empregada. Nesse sentido, o modo de uso de cada ferramenta está sujeito aos propósitos do projeto e aos objetivos de ensino, para atender aos critérios da IF.

Dentre as várias contribuições dadas pelas ferramentas e metodologias mencionadas, os autores destacam as seguintes: (i) identificar problemáticas latentes e se adaptar rapidamente a novos *insights*; (ii) promover ativamente a criatividade inovadora; (iii) desenvolver artefatos alinhados aos requisitos exigidos pelos usuários, em termos de funcionalidade, desempenho e contexto de uso; (iv) realizar testes rápidos e baratos de protótipos funcionais, contribuindo na redução de custos de produção do produto; (v) trabalhar tanto com produtos quanto com serviços, de pequeno porte; e (vi) lidar com altos graus de incerteza em projetos acadêmicos que surgem em conexão com a sociedade.

Com base nas informações expostas nesta subseção, no Quadro 35 apresenta-se uma compilação das ADF que auxiliam no processo de desenvolvimento de soluções frugais.

Quadro 35 – Síntese das ADF mapeadas na literatura

ADF	Autores
<i>Codesign</i> e métodos qualitativos que permitam a inclusão de conhecimentos da BoP em processos projetuais.	Upadhyay e Puneekar (2023), Castillo <i>et al.</i> (2012), Whitney e Kelkar (2004) e Mattson e Wood (2014).
<i>Brainstorming</i> , ferramentas de criatividade e pensamento lateral.	Upadhyay e Puneekar (2023), Castillo <i>et al.</i> (2012), Brem <i>et al.</i> (2020) e Pedroso <i>et al.</i> (2023).
Modelos de negócios sustentáveis, <i>DfS</i> e diretrizes de sustentabilidade.	Upadhyay e Puneekar (2023) e Castillo <i>et al.</i> (2012).
Protótipos e avaliações de desempenho do produto em contextos e situações reais.	Upadhyay e Puneekar (2023), Brem <i>et al.</i> (2020), Pedroso <i>et al.</i> (2023), Cadeddu <i>et al.</i> (2019), Wohlfart <i>et al.</i> (2018) e Castillo <i>et al.</i> (2012).
Entrevistas individuais, grupais e com especialistas na área de estudo.	Upadhyay e Puneekar (2023), Castillo <i>et al.</i> (2012), Whitney e Kelkar (2004), Brem <i>et al.</i> (2020), Pedroso <i>et al.</i> (2023), Cadeddu <i>et al.</i> (2019) e Mattson e Wood (2014).
Imersão em campo, observações etnográficas e diálogo profundo.	Brem <i>et al.</i> (2020), Pedroso <i>et al.</i> (2023), Upadhyay e Puneekar (2023), Mattson e Wood (2014) e Castillo <i>et al.</i> (2012).
Avaliação do ciclo de vida do produto.	Upadhyay e Puneekar (2023), Jagtap (2021), Mattson e Wood (2014) e Castillo <i>et al.</i> (2012).
Mapa dos <i>Stakeholders</i> .	Upadhyay e Puneekar (2023).
Jornada do Usuário.	Upadhyay e Puneekar (2023) e Whitney e Kelkar (2004).
POEMS.	Whitney e Kelkar (2004) e Jagtap (2021).
Uso de imagens, fotográficas e narrativas locais para incentivar a cultura de compartilhamento, estabelecer relações de confiança e respeitar as diferenças metacognitivas e culturais.	Jagtap (2021).
Abordagem <i>bottom-up</i> de design.	Jagtap (2021), Brem <i>et al.</i> (2020) e Pedroso <i>et al.</i> (2023).
Autodocumentação e diário de campo.	Jagtap (2021).
Oficinas participativas que incentivem o aprender fazendo.	Brem <i>et al.</i> (2020), Pedroso <i>et al.</i> (2023) e Wohlfart <i>et al.</i> (2018).
<i>Role-playing</i> .	Castillo <i>et al.</i> (2012).
<i>Blueprint</i> .	Castillo <i>et al.</i> (2012).
Persona.	Castillo <i>et al.</i> (2012) e Mattson e Wood (2014).
Avaliação de conceito.	Upadhyay e Puneekar (2023), Castillo <i>et al.</i> (2012), Brem <i>et al.</i> (2020), Pedroso <i>et al.</i> (2023), Cadeddu <i>et al.</i> (2019), Wohlfart <i>et al.</i> (2018) e Jagtap (2021).
Análise de Tarefa, <i>Pitch</i> , <i>Storytelling</i> , Cenários e Caixa Morfológica.	Castillo <i>et al.</i> (2012).
Critérios ou características da IF.	Brem <i>et al.</i> (2020) e Pedroso <i>et al.</i> (2023).
<i>Design Thinking</i> e HCD.	Brem <i>et al.</i> (2020), Wohlfart <i>et al.</i> (2018) e Castillo <i>et al.</i> (2012).

Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando as informações capturadas nesta subseção e nas informações mapeadas na revisão preliminar da literatura, a seguir apresenta-se uma definição de inovação e empreendedorismo frugais, sob a ótica das ADF, que foi utilizada nesta pesquisa para delimitar o processo de design de propostas frugais em contextos universitários.

4.1.2.1 Definindo inovação e empreendedorismo frugais sob a ótica das ADF

De acordo com Landim (2010), o Design abrange um processo de construção e reconstrução que inclui diversas questões, tais como: (i) definição conceitual do artefato; (ii) seleção de processos, materiais e público-alvo; e (iii) relação do usuário com o objeto,

considerando aspectos culturais e disponibilidade tecnológica. Para a autora, essas atividades visam entrelaçar as necessidades de mercado e o papel profissional dos designers à responsabilidade social que ocupa.

No âmbito da inovação, os designers são agentes sociais que atuam promovendo conexões entre condições internas (locais) e externas, de modo a promover produtos e/ou serviços que geram novas experiências, conhecimentos e comportamentos, conforme explica Manzini (2008). Para Julier (2014) e Freire e Oliveira (2017), os designers possuem um papel fundamental e estratégico no processo de inovação, ao dar forma a produtos materiais e imateriais que podem contribuir para a construção de novas dinâmicas socioeconômicas e culturais. Essas dinâmicas nutrem a interação com a sociedade civil para identificar aspectos identitários e simbólicos que outorgam valor à inovação.

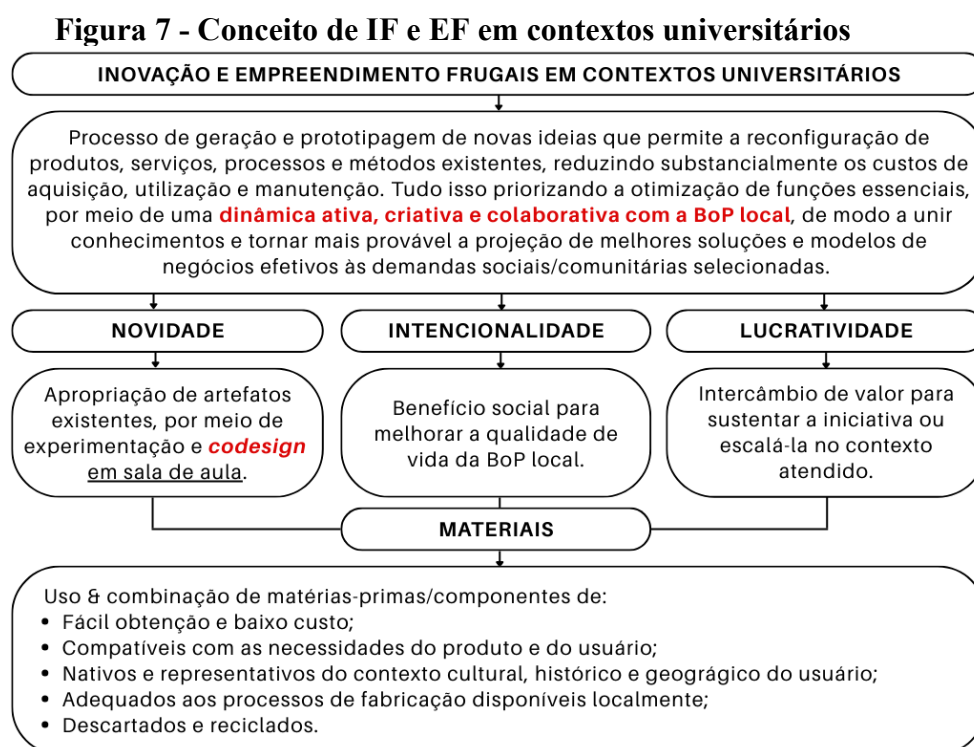
Kimbell (2009) e Meroni e Sangiorgi (2011) salientam que essa troca pode acontecer por meio de abordagens de Design estabelecidas onde todos os participantes utilizam suas habilidades particulares e realizam contribuições. Nesse processo, membros de comunidades são incentivados a agir ativamente, a partir do ensino de um passo a passo, tornando-se assim *codesigners*. Essa ação horizontal com os envolvidos no desenvolvimento de projetos é denominada *codesign*, e defende o trabalho com diversos indivíduos treinados e não treinados em Design, para unir conhecimentos técnicos com saberes populares, culturais e recursos locais (Burns *et al.*, 2006).

O *codesign* – distinto ao Design Participativo que coloca ao usuário apenas como parceiro na dinâmica de design –, busca cocriar artefatos junto aos utentes, colocando-os como agentes ativos na definição e na aplicação de atividades de design e desenvolvimento para atender efetivamente à problemática estudada (Sanders; Stappers, 2008). No exercício de *codesign*, os acadêmicos e os profissionais não são os únicos detentores do conhecimento, pelo qual, precisam de interagir com o usuário e seu contexto, de modo a entregar soluções condizentes com a realidade.

Por considerar como cerne da presente pesquisa o contato com a BoP local (potenciais usuários), promovendo não só o diálogo e a compreensão mútua, mas também a autonomia e a valorização das distintas condições e características locais, culturais, históricas e do ambiente natural do território na geração de soluções e modelos de negócios frugais, defende-se que esse contato deve ocorrer como *codesign*, seguindo os preceitos das ADF mapeadas neste estudo (e.g., Upadhyay; Punekar, 2023; Castillo *et al.*, 2012; Mattson; Wood, 2014; Jagtap, 2021).

Assim, entende-se que a disseminação de IF e EF em contextos universitários requer uma participação ativa das pessoas para quem se projeta, fomentando uma relação empática e

solidária entre docentes, estudantes e indivíduos de comunidades. Levando em conta essas argumentações e as informações apresentadas na revisão da literatura, chega-se à seguinte definição de inovação e empreendedorismo frugais em contextos universitários, utilizada nesta pesquisa, ilustrada na Figura 7.



Fonte: Elaborado pela autora.

O conceito delimitado para esta pesquisa se centra em atender propósitos sociais e comunitários, cujos ganhos econômicos limitam-se para ampliar o impacto da solução codesenhada, considerando as noções de IFB e EFB. Definir a finalidade de inovação e empreendedorismo frugais voltada para BoP e restringir a projeção de objetivos financeiros, para sustentar a iniciativa ou escalar a proposta frugal no contexto atendido, busca representar, cuidadosamente, os propósitos do *framework*, considerando a conexão acadêmica-sociedade civil.

Além disso, considerar a formulação de não só soluções como também modelos de negócios apropriados busca ressaltar a importância de identificar a quantidade de ações necessárias para coproduzir a inovação, bem como determinar seu valor de troca²⁵. Esse exercício também permite reconhecer as atividades essenciais para acompanhar o cenário

²⁵ De acordo com Marx, o valor de troca consiste na quantidade de trabalho que deve ser realizado para produzir qualquer produto (bem ou serviço). Assim, quanto maior a quantidade de trabalho socialmente necessário, maior será o valor do produto, e vice-versa (Hunt, 2013).

selecionado. Isso é justificado pela abrangência dos problemas locais que, muitas vezes, são complexos e exigem de atividades complementares para cumprir efetivamente a situação. Nesse cenário, a IF e o EF articulam-se, por meio do estabelecimento de atividades de ideação, desenvolvimento, difusão e captura de valor que suportam o propósito da solução (Torres-Reyes *et al.*, 2025). Ditas atividades salientam que a entrega de valor frugal não está na solução *per se*, mas no conjunto de dinâmicas realizadas para impactar, adequadamente, o contexto onde emergem as demandas selecionadas.

Assim, os exercícios sugeridos aos participantes do arcabouço metodológico proposto, foram direcionados e validados acompanhando essa definição. Nesse sentido, durante o exercício educacional foi solicitada a proposição de protótipos com potencial de oferecer melhores condições sociais e econômicas. Isso inclui o fator novidade que é essencial para legitimação de qualquer tipo de artefato como inovação. Segundo Pastor Pérez e Balbinot (2021, p. 102, **tradução nossa**):

A origem etimológica da palavra inovação encontra-se em *innovare*, verbo latino composto pelo prefixo in-, que significa “introdução, estar em”, e o verbo *novare*, que significa “renovar, fazer de novo”. Por esta razão, o significado de *innovare* é “colocar, pôr, introduzir algo novo, coisas novas ou novidades”.

Na ótica da legislação brasileira, no Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243 de 2016), a inovação diz respeito a:

Introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produtos, serviços ou processos já existentes que possam resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho (BRASIL, 2016).

Considerando essas definições, nesta pesquisa, a novidade surge, fundamentalmente, por um processo de experimentação que permite realizar a apropriação de artefatos existentes para atender ao contexto, a partir da combinação de recursos disponíveis (ativos intelectuais, culturais, naturais e tecnológicos), a fim de codesenhar, em sala de aula, bens (produtos e serviços) que são aceitos pelo sistema social (comunidade local) para a qual se projeta. Esse conceito se aproxima aos postulados da PAP, que coloca no centro às comunidades para coproduzir valor, sendo essa interação o principal motor para geração de alternativas de desenvolvimento local.

Concomitantemente à identificação de aspectos teóricos e definição de IF e EF (intencionalidade, tipo de usuário, lucratividade e forma de uso dos recursos), foram reunidos subsídios práticos por meio de aplicação de *survey* e entrevistas semiestruturadas que permitiram validar esses achados na prática. A continuação, apresentam-se os resultados.

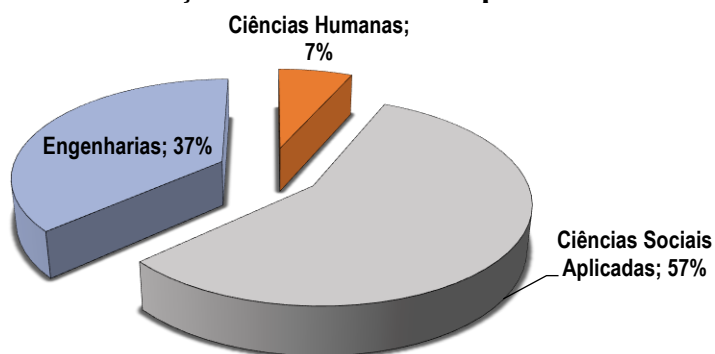
4.1.3 Resultados do *survey*

Para a apresentação das respostas do questionário *online*, a seguir, expõe-se as informações e análises, as quais foram obtidas por meio de três técnicas: estatística descritiva, teste de Wilcoxon-Mann-Whitney e estatística do Qui-quadrado.

4.1.3.1 Estatística descritiva

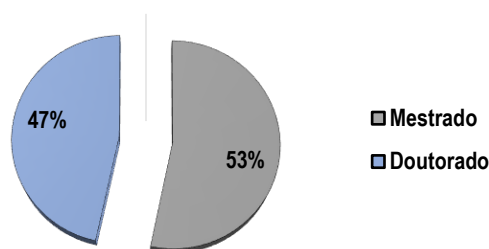
O Gráfico 1 mostra a área de concentração de formação acadêmica dos respondentes. Nota-se representatividade na área de Ciências Sociais Aplicadas, seguida de Engenharias e Ciências Humanas. Os respondentes puderam marcar mais de uma área. Esses resultados possuem afinidade com as áreas do conhecimento que fomentam IF e EF, conforme informações identificadas na literatura e no marco de trabalho da RELIF, sendo elas: Engenharia, Design e Negócios.

Gráfico 1 – Área de formação acadêmica dos respondentes da RELIF



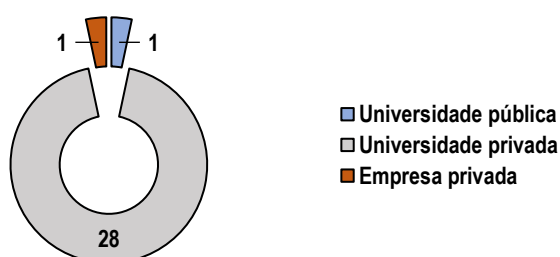
Fonte: Dados coletados e processados.
N = 30.

Quanto à escolaridade (Gráfico 2), os 30 respondentes possuem curso de pós-graduação *stricto sensu*, sendo 16 de mestrado e 14 de doutorado (incluindo estudantes). Os dados confirmam que o nível de formação acadêmica dos membros da RELIF é elevado.

Gráfico 2 – Nível de formação acadêmica dos respondentes da RELIF

Fonte: Dados coletados e processados.
N = 30.

Em relação ao tipo de instituição onde os respondentes atuam, a maior parte deles tem como suas instituições (Gráfico 3) universidades privadas (28). Apenas um respondente tem como instituição uma universidade pública e outro, empresa privada. A representatividade em universidades é dada pelo seu enfoque na divulgação e na produção de conhecimento científico e prático acerca de IF e EF, o que a conota como uma rede acadêmica com conexão com a indústria. No que concerne à figura jurídica das IES, elas caracterizam-se por serem privadas, isso devido a que suas organizações cogestoras fazem parte da *Asociación de Universidades Jesuítas* (AUSJAL)²⁶. Esse vínculo tem influenciado na associação de valores jesuítas com as características da IF, como forma de desenvolver atividades acadêmicas que permitam cuidar do planeta. Hoje, a Rede possui participação de instituições e empreendedores de distintas áreas e ideologias, segundo informações disponíveis no seu site oficial.

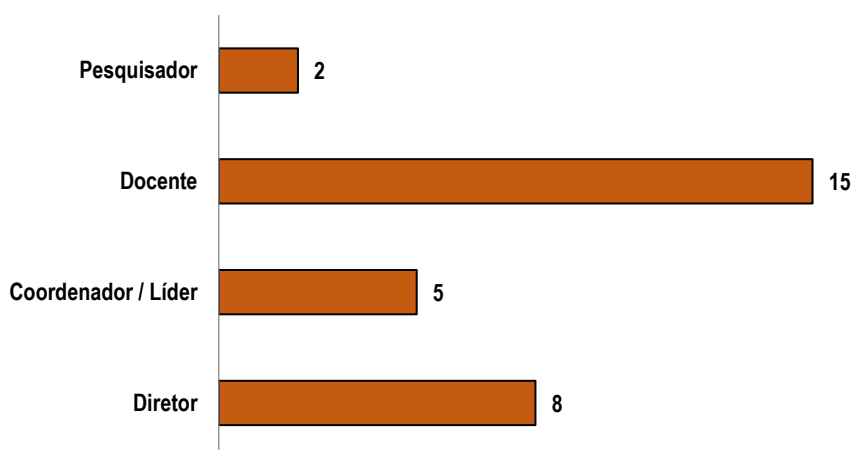
Gráfico 3 – Tipo de instituição onde atuam os respondentes da RELIF

Fonte: Dados coletados e processados.
N = 30.

²⁶ Trata de uma rede internacional de universidades associadas à Companhia de Jesus na América Latina e da *International Association of Jesuit Universities* (IAJU), com presença nos cinco continentes. Seu objetivo é estreitar as relações entre a academia e a sociedade, através de atividades que promovam a formação integral, a inovação educacional, a articulação entre qualidade e inclusão, assim como o impacto social. Mais informações em: <https://www.ausjal.org/>. Acesso em: 04 set. 2024.

Quanto ao cargo ocupado, (Gráfico 4), a maior parte dos respondentes, considerando o total de 30 questionários, citou o de docente. Isso é resultado da ampla participação de universidades da RELIF.

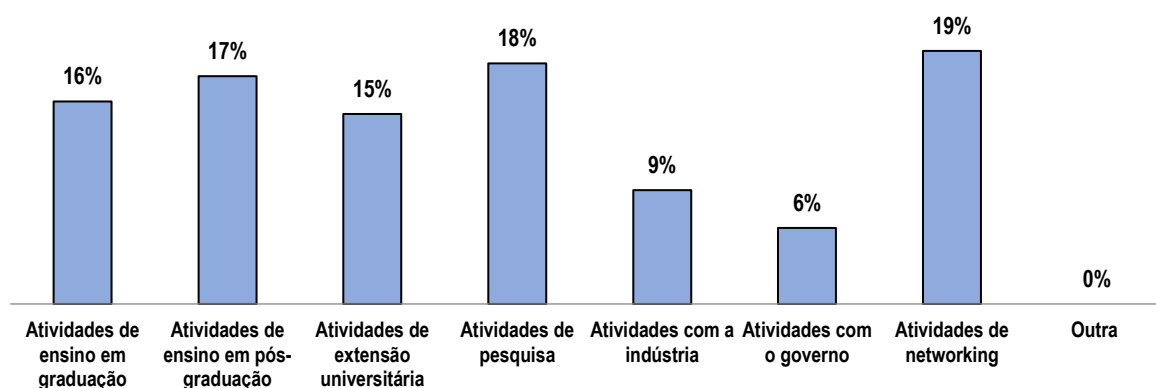
Gráfico 4 – Cargo ocupado pelos respondentes da RELIF



Fonte: Dados coletados e processados.
N = 30.

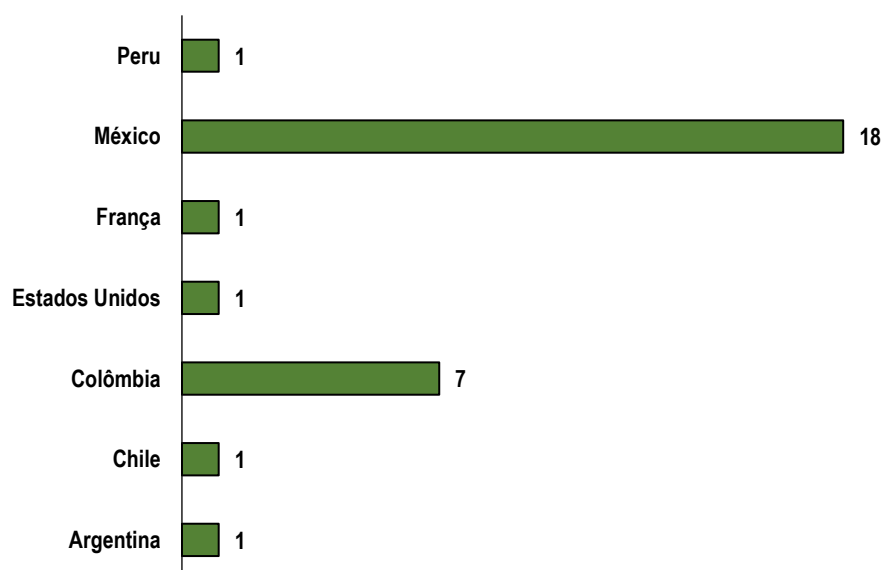
Em relação às principais atividades realizadas para difundir IF e EF (Gráfico 5), a maior parte dos participantes do estudo tem como suas ações-chave: atividades de *networking* (20); atividades de pesquisa (19); atividades de ensino em pós-graduação (18) e graduação (16); e atividades de extensão universitária (15). As atividades com a indústria (9) e as atividades com o governo (6) foram as menos citadas. As respostas refletem as atuais dinâmicas realizadas com a RELIF e seu número de membros acadêmicos.

Também corrobora a necessidade de aproximação com o setor industrial e governamental para consolidar ações de inovação e empreendedorismo frugais na sociedade. Salienta-se que, no questionário, os respondentes puderam marcar mais de uma opção nessa questão. Ademais, esperava-se que todos os respondentes indicassem a opção atividades de *networking*, tendo em vista sua participação na Rede. Com isso, observa-se o imperativo de fortalecer o sentimento de pertencimento dos seus membros, assim como a revisão das ações que efetivamente estão sendo realizadas por cada participantes, de modo a verificar suas conexões, interesses e objetivos comuns.

Gráfico 5 – Principais atividades realizadas para difundir IF e EF

Fonte: Dados coletados e processados.
N = 30.

Quanto à localização dos participantes (Gráfico 6), a maior parte está concentrada nos países de México e Colômbia. As informações apresentadas nesse gráfico confirmam que o movimento mexicano e colombiano, com 18 e 7 respondentes, respectivamente, tem grande interesse em inovação e empreendedorismo frugais, sendo uma promissora alavanca para a promoção do enfoque frugal no contexto latino-americano. A RELIF também possui participação de diferentes instituições e empreendedores de países europeus tais como Espanha, Suíça e Finlândia, mas não foi possível conseguir sua participação no estudo.

Gráfico 6 – País de localização dos respondentes da RELIF

Fonte: Dados coletados e processados.
N = 30.

Os respondentes foram convidados a indicar os **aspectos teóricos que contribuem na disseminação de IF e EF**. Na Tabela 1, apresentam-se as frequências para cada temática. No *survey*, os respondentes puderam marcar as opções que forem necessárias.

Tabela 1 – Aspectos teóricos para difusão de IF e EF

Temáticas teóricas	Frequência relativa %
Perspectiva do Design	
<u>DCU</u>	<u>47%</u>
Design Sistêmico	31%
Design Modular	23%
Perspectiva de Negócios	
Teoria da gestão organizacional	13%
Teoria dos <i>stakeholders</i>	28%
<u>Economia social e solidária</u>	<u>30%</u>
Modelos de negócios	28%
Perspectiva do Empreendedorismo	
Bricolagem empreendedora	21%
Movimento <i>maker</i>	21%
Empreendedorismo social	25%
<u>Empreendedorismo sustentável (<i>triple bottom line</i>)</u>	<u>33%</u>
Perspectiva da Engenharia	
Ergonomia	29%
<u>Ciclo de vida do produto e EC</u>	<u>43%</u>
Logística e operações humanitárias	29%
Perspectiva da Psicologia	
Teoria da identidade	22%
<u>Teoria social cognitiva</u>	<u>48%</u>
Teoria do prospecto	30%
Perspectiva da Antropologia e da Sociologia	
<u>Etnografia</u>	<u>57%</u>
Sociologia da cultura	43%
Perspectiva da Política	
Coprodução institucional	39%
<u>Política de ciência e tecnologia</u>	<u>61%</u>

Fonte: Dados coletados e processados.

N = 30.

Sob a perspectiva do Design, os temas mais mencionados foram: DCU (47%) e Design Sistêmico (31%). Esses resultados agregam destaque às necessidades sociotécnicas e ambientais para o cumprimento dos objetivos da inovação e empreendedorismo frugais. O Design Modular apresentou 23% de frequência relativa, mostrando a reutilização/substituição de componentes do produto e/ou sistemas como desejáveis no desenvolvimento de soluções frugais.

Sob a perspectiva de Negócios, os tópicos teóricos economia social e solidária (30%), teoria dos *stakeholders* (28%) e modelos de negócios (28%) foram os mais citados. Já a teoria da gestão organizacional apresentou apenas 13%, o que coloca o planejamento organizacional como um tema ainda pouco utilizado para a difusão de IF e EF.

Sob a perspectiva do Empreendedorismo, o tema empreendedorismo sustentável (33%) foi o mais mencionado, dando ênfase a atividades que promovem o triplo impacto. O

empreendedorismo social (25%), o movimento *maker* (21%) e a bricolagem empreendedora (21%) apresentaram frequências similares. Essas temáticas, em conjunto, salientam o aspecto pragmático de IF e EF.

Sob a perspectiva da Engenharia, o tema ciclo de vida do produto (43%) deu destaque ao uso da EC. A ergonomia, a logística e as operações humanitárias foram selecionadas com uma frequência relativa de 29%, respectivamente, sendo aspectos teóricos considerados adequados na disseminação de IF e EF.

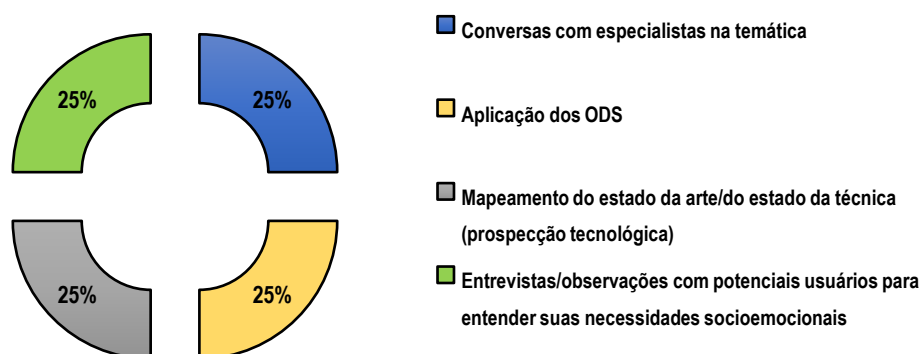
Sob a perspectiva da Psicologia, a teoria social cognitiva, foi a temática mais mencionada (48%), seguida da teoria do prospecto (30%) e da teoria da identidade (22%). Os resultados apontam a aprendizagem social, as decisões socioculturais e os traços comportamentais dos usuários e dos empreendedores frugais como elementos-chave na difusão de IF e EF.

Sob a perspectiva da Antropologia e da Sociologia, as temáticas de etnografia (57%) e sociologia da cultura (43%) tiveram notória representação, dando ênfase a aspectos socioculturais em IF e EF. Essas temáticas possuem relação com os resultados da perspectiva da Psicologia, ao colocar os valores humanos e sociais como dimensões imperativas no enfoque frugal.

Por fim, sob a perspectiva da Política, o tópico teórico de política de ciência e tecnologia foi o mais citado (61%), ressaltando a relação entre atividades empreendedoras frugais e regulamentações/estímulos à inovação, presentes nos ecossistemas locais de empreendedorismo. A coprodução institucional também se apresentou como importante (39%), salientando a participação cidadã na gestão pública para difusão de IF e EF.

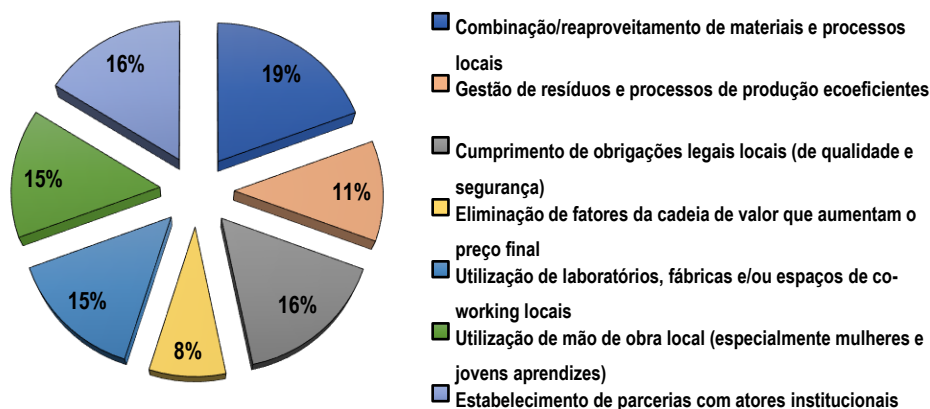
Os respondentes que selecionaram a opção de cargo de diretor(a), gestor(a), gerente, coordenador(a), líder, pesquisador(a) ou estudante foram convidados a selecionar as **estratégias práticas para empreender com enfoque frugal**. Essas estratégias foram identificadas na literatura, considerando as etapas do processo empreendedor: ideação, desenvolvimento, difusão e captura de valor frugal. Os respondentes – em total 15 – puderam marcar quantas opções desejassem, pois não havia limitação de quantidade de atividades.

Na fase de ideação (Gráfico 7), todas as ações apontadas apresentaram 25% de frequência relativa, sendo elas: (a) conversas com especialistas na temática; (b) aplicação dos ODS; (c) mapeamento do estado da arte e da técnica; e (d) entrevistas/observações com potenciais usuários para entender suas necessidades socioemocionais.

Gráfico 7 – Estratégias práticas para empreender com enfoque frugal na fase de ideação

Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

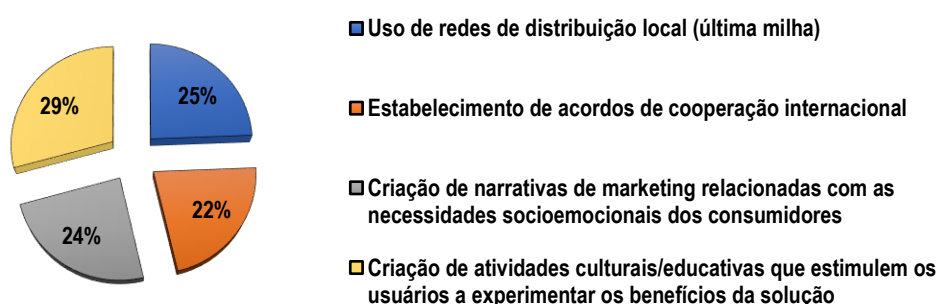
Na fase de desenvolvimento (Gráfico 8), a combinação/reaproveitamento de materiais e processos locais foi a atividade mais mencionada (19%), seguida de: cumprimento de obrigações legais locais (de qualidade e segurança) (16%); estabelecimento de parcerias com atores institucionais (16%); utilização de laboratórios, fábricas e/ou espaços de *co-working* locais (15%); utilização de mão de obra local (especialmente mulheres e jovens aprendizes) (15%); e gestão de resíduos e processos de produção ecoeficientes (11%). A eliminação de fatores da cadeia de valor que aumentam o preço final apresentou apenas 8%, sendo apontada como pouco necessária nessa fase do processo empreendedor frugal.

Gráfico 8 – Estratégias práticas para empreender com enfoque frugal na fase de desenvolvimento

Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

Na fase de difusão (Gráfico 9), a criação de atividades culturais/educativas que estimulem os usuários a experimentar os benefícios da solução foi a mais citada (29%). As demais foram: uso de redes de distribuição local (última milha) (24%), criação de narrativas de marketing relacionadas com as necessidades socioemocionais dos consumidores (24%) e estabelecimento de acordos de cooperação internacional (22%).

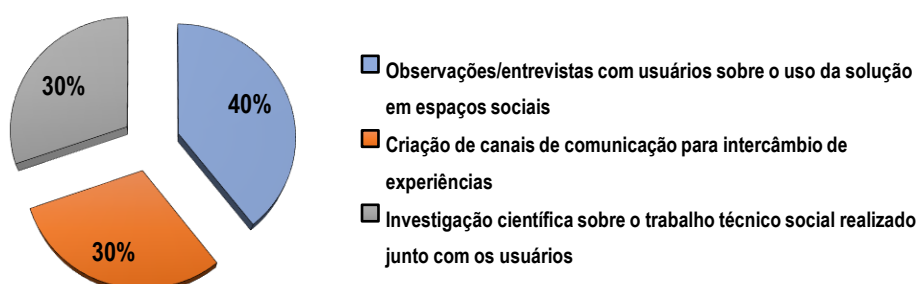
Gráfico 9 – Estratégias práticas para empreender com enfoque frugal na fase de difusão



Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

Na fase de captura de valor (Gráfico 10), as observações/entrevistas com usuários sobre o uso da solução em espaços sociais foi a atividade mais mencionada (39%). As atividades de criação de canais de comunicação para intercâmbio de experiências e a investigação científica sobre o trabalho técnico social realizado junto com os usuários, apresentaram a mesma frequência relativa de 30%.

Gráfico 10 – Estratégias práticas para empreender com enfoque frugal na fase de captura de valor



Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

Os respondentes também foram convidados a indicarem outras opções de estratégias para empreender com enfoque frugal. Três participantes, com cargos de diretor(a) (2) e investigador(a) (1), salientaram o uso de dinâmicas de design empáticas e sistêmicas, enfocadas nas necessidades técnicas, sociais e econômicas do usuário e seu contexto, para geração de modelos de negócios inclusivos e responsáveis como o planeta, assim como apropriados às características culturais do território latino-americano:

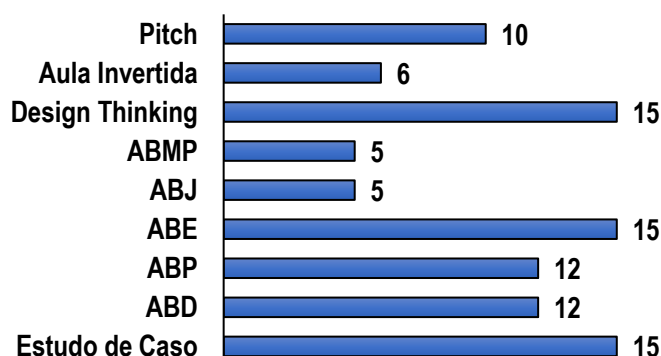
O desenvolvimento da empatia com o usuário final é fundamental para a captura de valor da solução final. Além disso, o uso de ferramentas como o *Design Thinking* e o *Human-Centered Design* (agora denominado *Planet Centric Design*) são ferramentas fundamentais para entender o contexto social, econômico, político e ambiental onde a solução será desenvolvida. Na Engenharia, é importante questionar-se como o usuário está resolvendo as suas necessidades. (Comentário 1, tradução nossa).

Identificar os recursos aplicados no ecossistema empreendedor convencional, com o objetivo de reconhecer boas práticas para gerar empreendimentos de triplo impacto (econômico, ambiental e social), rentáveis, viáveis e de interesse do público-alvo. Uma forma simples de facilitar a interação/adaptação do modelo de negócio é através do *Business Model Navigator* (apresenta 55 modelos de negócio) que, mediante uma perspectiva social, permite propor modelos de negócios alinhados às necessidades da América Latina. (Comentário 2, tradução nossa).

“Vincular as competências da Inovação Frugal e uma abordagem sistêmica”
(Comentário 3, tradução nossa).

Por sua vez, os participantes que selecionaram a opção de cargo de docente, foram convidados a responder questões sobre Metodologias Ativas e Recursos Digitais para educação de inovação e empreendedorismo frugais. Em relação a **Metodologias Ativas que podem ser consideradas referências para educação de IF e EF** (Gráfico 11), a maior parte dos respondentes mencionaram o Estudo de Caso, Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE) e *Design Thinking*, cada uma com 16% de frequência relativa. Essas estratégias de educação foram seguidas por ABD (13%), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) (13%) e *Pitch* (11%). Por sua vez, a Aula Invertida (6%), a Aprendizagem Baseado na Metodologia da Problematização (ABMP) (*Inquiry-based Learning* em inglês) (5%) e a ABJ (5%) foram as menos selecionadas. Ressalta-se que os docentes puderam marcar mais de uma opção nessa questão.

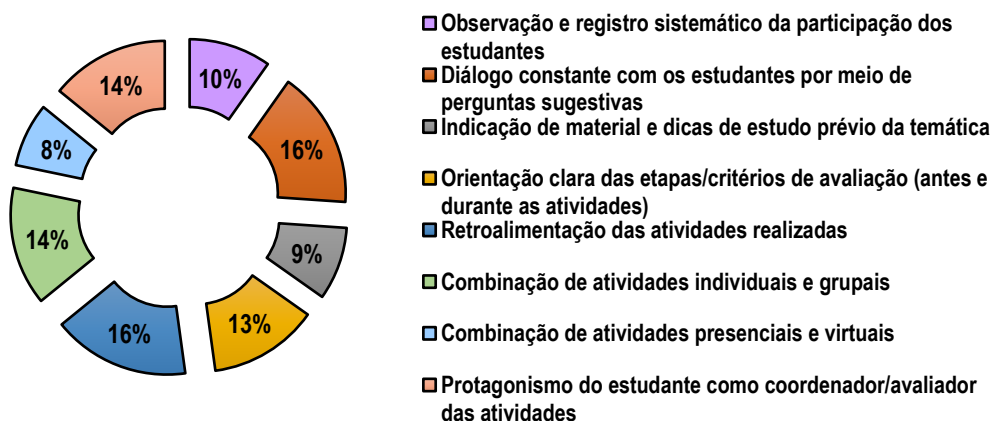
Gráfico 11 – Metodologias Ativas que podem ser consideradas referências para educação de IF e EF



Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

No tocante às **atividades que devem ser realizadas para implementar com sucesso as Metodologias Ativas**, o Gráfico 12 revelou que a maioria dos docentes escolheram o diálogo constante com os estudantes por meio de perguntas sugestivas (16%), retroalimentação das atividades realizadas (16%), combinação de atividades individuais e grupais (14%), protagonismo do estudante como coordenador/avaliador das atividades (14%), orientação clara das etapas/critérios de avaliação (antes e durante as atividades) (13%) e observação e registro sistemático da participação dos estudantes (10%). Já a indicação de material e dicas de estudo prévio da temática (9%) e a combinação de atividades presenciais e virtuais (8%), foram as menos citadas.

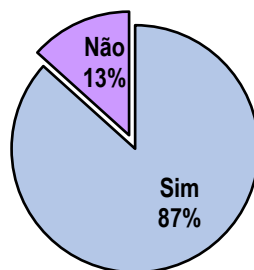
Gráfico 12 – Atividades que devem ser realizadas para implementar com sucesso as Metodologias Ativas



Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

Os docentes foram questionados sobre o uso de **plataformas digitais** nas suas atividades de ensino. O Gráfico 13 revela que o uso dessas ferramentas é uma prática comum, pois a maior parte dos participantes (13), considerando o total de 15 docentes, respondeu positivamente a essa pergunta.

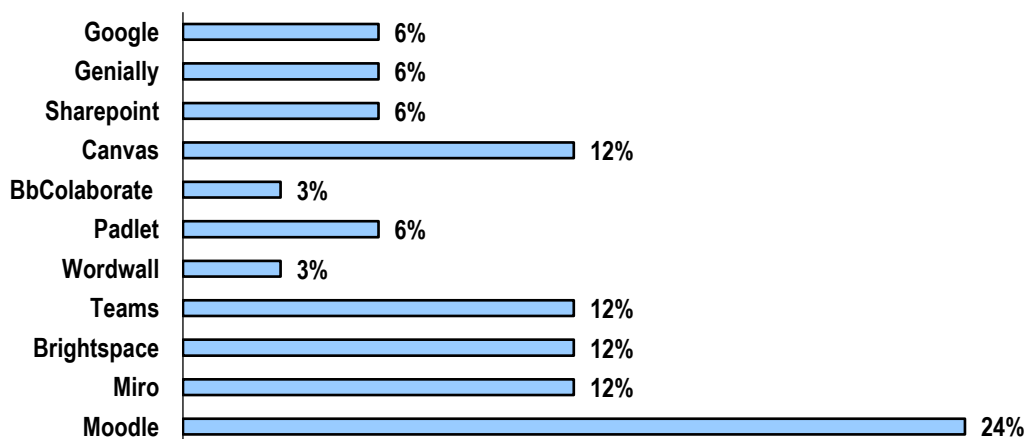
Gráfico 13 – Uso de plataformas digitais em dinâmicas de educação em IF e EF



Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

Os respondentes também foram convidados a indicarem os **recursos digitais** que mais utilizam nas suas aulas. Foram informados diversos instrumentos, sendo os mais destacados (Gráfico 14): *Moodle®* (24%), *Miro®* (12%), *Brightspace®* (12%), *Teams®* (12%) e *Canvas®* (12%).

Gráfico 14 – Recursos digitais indicados pelos respondentes da RELIF



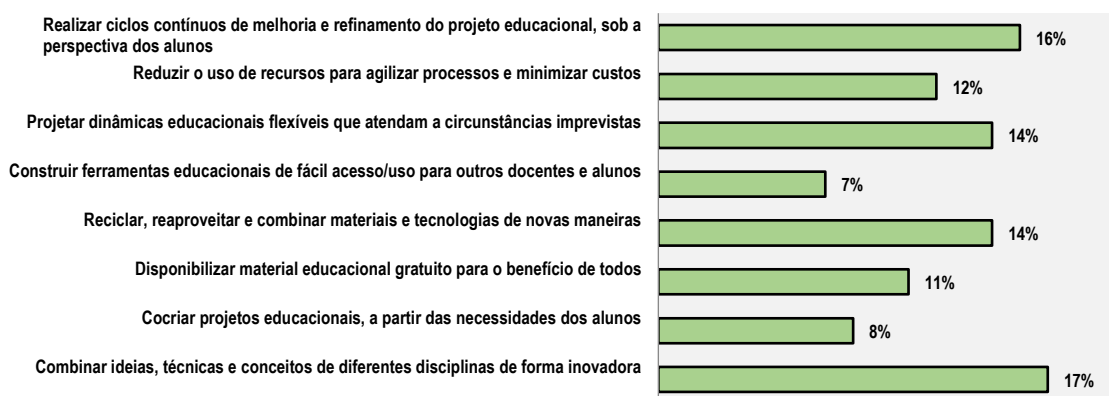
Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

Quanto às **atividades para construção de propostas educacionais que difundem o valor frugal**, considerando as ações citadas por Masters (2020), a maior parte dos docentes mencionaram (Gráfico 15): combinar ideias, técnicas e conceitos de diferentes disciplinas de

forma inovadora (17%); realizar ciclos contínuos de melhoria e refinamento do projeto educacional sob a perspectiva dos alunos (16%); reciclar, reaproveitar e combinar materiais e tecnologias de novas maneiras (14%); projetar dinâmicas educacionais flexíveis que atendam a circunstâncias imprevistas (14%); reduzir o uso de recursos para agilizar processos e minimizar custos (12%); e disponibilizar material educacional gratuito para o benefício de todos (11%).

Por sua vez, cocriar projetos educacionais, a partir das necessidades dos alunos (8%) e construir ferramentas educacionais de fácil acesso/uso para outros docentes e alunos (7%) foram as opções de resposta menos selecionadas. Esses últimos dados podem ter tido influência das circunstâncias durante a pandemia e suas consequências, que diminuíram o contato direto tanto com os discentes quanto com os colegas de trabalho (professores).

Gráfico 15 – Atividades para construção de propostas educacionais que difundem o valor frugal



Fonte: Dados coletados e processados.
N = 15.

Em relação às **boas práticas de educação de IF e EF**, os docentes foram convidados a indicarem o grau de concordância com cinco afirmativas identificadas na literatura. As questões foram estruturadas com escala tipo Likert e foi realizada uma abordagem quantitativa através da obtenção do *Ranking Médio* (RM), relacionando à frequência das respostas, conforme indica Malhotra (2001). Nesse estudo, os valores menores que 2 são ponderados como discordantes e, os valores maiores que 2, como concordantes, considerando uma escala de 4 pontos.

Na premissa 1 “Ambientes que promovam a liberdade de movimento e atividades ao ar livre incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, aferiu-se o conceito médio de 2,3, ou “Concordo”. Essa questão demonstrou que a realização de atividades em sala de aula e/ou em espaços abertos que permitam o movimento do corpo é satisfatória em processos de educação frugal, confirmando a premissa postulada por Woo e Hew (2017). Pelo

que se percebe, a dinâmica educacional de IF e EF pode ser realizada através de um ambiente criativo e encorajador ao pensamento inovador.

No que se refere à premissa 2 “Recursos de *e-learning*, tais como a gamificação incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, averiguou-se o conceito médio 1,9, ou “Discordo”. Esta é uma questão que poderia ter um escore mais elevado, já que os docentes informaram o uso de ferramentas de tecnologia educacional nas suas aulas. Contudo, o resultado é justificado com as respostas da questão 20 sobre Metodologias Ativas que podem ser consideradas referências para educação em IF e EF. Particularmente, a ABJ foi uma das Metodologias Ativas menos citadas pelos respondentes (6%). Nesse sentido, essa estratégia de ensino, combinada com ferramentas digitais, parece não ser adequada para estimular a formação em inovação e empreendedorismo frugais, sugerindo o uso de outros recursos pedagógicos em formato presencial.

Em relação à premissa 3 “Leituras, palestras e discussões de casos reais incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, todos concordaram de forma unânime, pois os respondentes atribuíram o conceito médio 4, ou “Concordo Totalmente”. Esse resultado sinaliza como ideal a combinação de estratégias educacionais que propiciem a resolução de problemas do mundo real (casos), para a apropriação teórico-prática de IF e EF, assim como o pensamento divergente (leituras e discussões), confirmando a premissa de Woo e Hew (2017).

Já na premissa 4 “Dinâmicas educacionais com grupos pequenos (máximo de 15 pessoas) incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, pontuou-se o conceito médio de 2,3, ou “Concordo”, confirmando a sugestão de Molina e Cuevas (2018). Esperava-se um conceito mais alto, pois a literatura informa que grupos pequenos facilitam a formação de competências em IF. Essa questão foi tratada durante as entrevistas semiestruturadas com os docentes da RELIF para ampliar o entendimento.

Na premissa 5 “Participação de professores externos em atividades lúdicas e avaliativas incentiva a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, foi obtido o conceito médio 2,5 “Concordo”. Embora o resultado tenha sido positivo, essa questão poderia ter sido mais bem avaliada. Porém, é bastante compreensível esse posicionamento, pois a maioria dos participantes da RELIF informam, frequentemente nas reuniões, que possuem dificuldade para interagir com empreendedores frugais locais e docentes da área nas dinâmicas das suas aulas, isso devido ao pouco conhecimento que há ainda sobre o assunto, além da subjetividade existente nas suas definições. Espera-se que o desenvolvimento de uma cultura focada em IF e EF na América Latina possa mudar essa realidade.

Por fim, na premissa 6 “Visitas e desenvolvimento de projetos com comunidades locais incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, foi extraído o conceito médio de 3, ou “Concordo”. Esperava-se um *ranking* mais elevado, já que o contato dos estudantes com populações circunvizinhas da universidade é essencial. Segundo Molina e Cuevas (2018), essas práticas permitem que os estudantes conheçam a realidade local e desenvolvam produtos, serviços e modelos de negócios sob um enfoque inclusivo. Essa premissa possui relação com as estratégias práticas para empreender com enfoque frugal, indicadas por coordenadores/líderes, diretores e pesquisadores da Rede nas perguntas 15 a 18 do *survey*: nas fases de ideação, desenvolvimento, difusão e captura de valor foram apontadas dinâmicas que demandam o contato com a comunidade local para promoção de IF e EF, ressaltando o imperativo da cocriação.

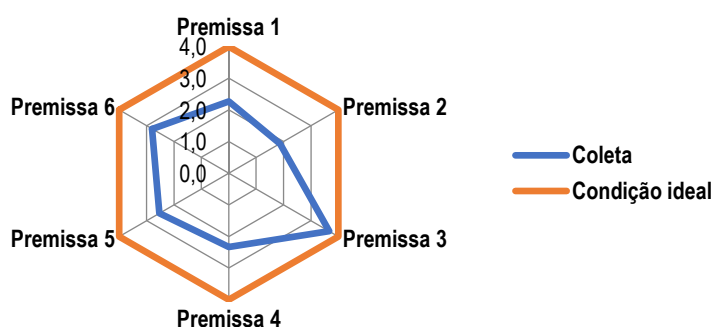
Com base nos conceitos gerais obtidos de cada premissa, elaboraram-se uma tabela (Tabela 2) e um diagrama de radar (Gráfico 16) para comparar a condição ideal (todas as dimensões com o maior conceito, ou seja, 4,00) e a condição derivada da coleta de dados.

Tabela 2 – Valores atribuídos às premissas de educação de IF e EF

Premissa	Coleta	Condição ideal
Premissa 1	2,3	4,0
Premissa 2	1,9	4,0
Premissa 3	4,0	4,0
Premissa 4	2,3	4,0
Premissa 5	2,5	4,0
Premissa 6	3,0	4,0

Fonte: Dados coletados e processados.

Gráfico 16 – Radar das premissas sobre estratégias de educação de IF e EF



Fonte: Dados coletados e processados.

A Tabela 2 e o Gráfico 16 permitem avaliar que, no conjunto, os dados empíricos estão distanciados da situação ideal sugerida pelas premissas de estratégias de educação de inovação e empreendedorismo frugais. Apesar desses achados, pode-se concluir que o resultado

obtido é satisfatório, considerando que não há suficiente literatura científica que indique como abordar os processos educacionais de IF e EF. Assim, os resultados encontrados, ensejados por parte dos membros participantes da RELIF, ressaltam a necessidade de pesquisas que possam ajudar a diminuir essa lacuna para se ter diretrizes e/ou sugestões sobre como tratar de forma adequada esse processo pedagógico em ambientes universitários latino-americanos.

4.1.3.1 Análise das relações entre variáveis com Teste Wilcoxon-Mann-Whitney e Qui-quadrado

De forma a ampliar o entendimento dos dados das premissas anteriores, foram analisadas as relações entre as variáveis nominais nível de educação, país e formação acadêmica dos respondentes e as seis premissas, utilizando teste Wilcoxon-Mann-Whitney. O p-valor do teste é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney

	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30
Q2	0.0400	0.5000	0.0000	0.2000	0.0400	0.0600
Q3	0.2000	0.0200	0.0001	0.5000	0.7000	0.5000
Q5	0.0050	0.1000	0.0000	0.0700	0.0080	0.0200

Fonte: Dados coletados e processados.

Nota: **Q2** = nível de educação; **Q3**= formação acadêmica; **Q5** = país; **Q25** = premissa 1; **Q26** = premissa 2; **Q27** = premissa 3; **Q28** = premissa 4; **Q29** = premissa 5; e **Q30** = premissa 6.

O nível de educação mostrou relação com a premissa 1 – “Ambientes que promovam a liberdade de movimento e atividades ao ar livre incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, a premissa 3 – “Leituras, palestras e discussões de casos reais incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, e a premissa 5 – “Participação de professores externos em atividades lúdicas e avaliativas incentiva a educação de inovação e empreendedorismo frugais”. Especificamente, os mestres foram os que mais optaram por essas afirmativas.

Quanto à área de formação acadêmica, ela mostrou associação com a premissa 2 – “Recursos de *e-learning*, tais como a gamificação incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais” e premissa 3 – “Leituras, palestras e discussões de casos reais incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, sendo a primeira a mais selecionada por docentes de Ciências Sociais e Humanas, e a segunda por engenheiros.

Por fim, o país de origem revelou mais relação com as premissas 1 – “Ambientes que promovam a liberdade de movimento e atividades ao ar livre incentivam a educação de

inovação e empreendedorismo frugais”, a premissa 3 – “Leituras, palestras e discussões de casos reais incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, a premissa 5 – “Participação de professores externos em atividades lúdicas e avaliativas incentiva a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, e a premissa 6 – “Visitas e desenvolvimento de projetos com comunidades locais incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, sendo os mexicanos os que mais tendem a concordar com as proposições.

No que diz respeito à Premissa 4 – “Dinâmicas educacionais com grupos pequenos (máximo de 15 pessoas) incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, não foi observada nenhuma associação estatisticamente significativa a menos de 5% entre as variáveis nominais selecionadas.

De forma geral, observou-se que os docentes do México, tendem a selecionar atividades pedagógicas que demandem movimento do corpo, conexão com professores convidados (externos) e comunidades locais. As questões que compõem os aspectos teóricos para disseminação de IF e EF, e as atividades realizadas pelos respondentes para difundi-las, também foram entrelaçadas com os aspectos nível de educação, país, formação acadêmica e cargo, para identificar alguma possível relação entre variáveis nominais do questionário. Para tal, foi empregado a estatística do Qui-quadrado, e seus resultados quantitativos podem ser examinados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Resultados da estatística do Qui-quadrado: relação perfil do respondente e abordagens teórico-práticas para disseminação de IF e EF

	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13
Q2	0.70	0.40	0.60	0.80	0.30	0.50	0.50	1.00
Q3	1.00	0.70	0.80	0.90	0.90	0.70	0.60	0.80
Q5	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	0.40	0.60
Q14	0.40	0.10	0.50	0.10	0.30	0.90	0.50	0.60

Fonte: Dados coletados e processados.

Nota: Q2 = nível de educação; Q3= formação acadêmica; Q5 = país; Q14 = cargo; Q6 = Design; Q7 = Negócios; Q8 = Empreendedorismo; Q9 = Engenharia; Q10 = Psicologia; Q11 = Antropologia; Q12= Política; e Q13 = Atividades para difundir IF e EF.

Tabela 5 – Resultados da estatística do Qui-quadrado: perfil dos respondentes e processo empreendedor frugal

	Q15	Q16	Q17	Q18
Q2	0.50	0.60	0.80	0.60
Q3	0.80	0.70	1.00	0.90
Q14	0.90	0.90	1.00	0.70

Fonte: Dados coletados e processados.

Nota: Q2 = nível de educação; Q3 = formação acadêmica; Q14 = cargo; Q15 = fase de ideação; Q16 = fase de desenvolvimento; Q17 = fase de difusão; e Q18 = fase de captura de valor.

Os achados não apresentaram nenhuma associação estatisticamente significativa, pelo qual, pode-se inferir que não há uma relação entre o perfil dos respondentes e as estratégias teórico-práticas apontadas no *survey*.

4.1.3.2 Síntese dos resultados do *survey*

No Quadro 36, expõe-se uma compilação dos achados mapeados no *survey*.

Quadro 36 – Síntese conclusiva dos resultados do *survey*

Categoria	Subcategoria	Descrição de resultados
Aspectos teóricos para difusão de IF e EF.	Tópicos teóricos.	-Design Sistêmico e Design Modular, com ênfase no <i>User & Planet Centric Design</i> ; -Modelos de negócios que incluam aspectos da economia social/solidária e interação com <i>stakeholders</i> ; -Empreendedorismo que promova o impacto econômico, social e ambiental; -Combinação criativa e improvisada de recursos de forma pragmática: movimento <i>maker</i> e bricolagem empreendedora; -Aspectos sociotécnicos e ambientais dos produtos, serviços e/ou sistemas: ciclo de vida do produto, EC, ergonomia e engenharia humanitária; -Processo de aprendizagem social, decisões socioculturais e traços comportamentais dos empreendedores frugais; -Dimensão socioemocional dos usuários da inovação: etnografia e sociologia da cultura; -Identificação e análise das políticas e atores que conformam o ecossistema empreendedor local; -Dinâmicas de participação cidadã na gestão pública para geração de inovação e empreendedorismo.
Estratégias para empreender com enfoque frugal.	Fase de ideação.	-Conversas com especialistas na temática; -Aplicação de ODS; -Mapeamento do estado da arte e da técnica; -Entrevistas e observações com potenciais usuários para entender suas necessidades.
	Fase de desenvolvimento.	-Combinação e reaproveitamento de materiais e processos locais; -Identificação e cumprimento de obrigações legais locais; -Estabelecimento de parcerias com atores institucionais; -Utilização de laboratórios, fábricas e/ou espaços de <i>co-working</i> locais; -Emprego de mão de obra local (mulheres e jovens aprendizes); -Gestão de resíduos e processos de produção ecoeficientes.
Estratégias para empreender com enfoque frugal.	Fase de difusão.	-Criação de atividades culturais e educativas que estimulem os usuários a experimentar os benefícios da solução; -Distribuição de última milha; -Criação de narrativas de marketing relacionadas com as necessidades socioemocionais dos consumidores; -Estabelecimento de acordos de cooperação internacional.
	Fase de captura de valor.	-Observações e entrevistas com usuários sobre o uso da solução em espaços sociais; -Criação de canais de comunicação para intercâmbio de experiências; -Investigação científica sobre o trabalho técnico social realizado junto com os usuários.
Metodologias Ativas para educação de inovação e empreendedorismo frugais.	Metodologias Ativas.	-Estudo de Caso; -ABE; -Design Thinking; -ABD; -ABP; -Elevator Pitch; -Aula Invertida.

(continua)

(conclusão)

Categoria	Subcategoria	Descrição de resultados
Metodologias Ativas para educação de inovação e empreendedorismo frugais.	Atividades para implementação das Metodologias Ativas.	-Diálogo constante com os estudantes por meio de perguntas sugestivas; - <i>Feedback</i> das atividades realizadas; -Combinação de atividades individuais/grupais em modalidade híbrida; -Protagonismo do estudante como coordenador/avaliador das atividades; -Orientação clara das etapas/critérios de avaliação; -Observação/registro sistemático da participação dos estudantes; -Indicações de material e dicas de estudo prévio da temática;
	Recursos digitais.	- <i>Moodle®</i> , <i>Miro®</i> , <i>Brightspace®</i> , <i>Teams®</i> e <i>Canvas®</i> .
Estratégias de educação do valor frugal.	Boas práticas em sala de aula.	-Combinação de leituras, palestras, discussões de casos reais em sala de aula; -Uso de espaços físicos que promovam a liberdade de movimento e a criatividade para instigar o pensamento inovador; -Organização de dinâmicas com grupos pequenos (máximo de 15 pessoas); -Participação de professores externos em atividades lúdicas e avaliativas; -Visitas e desenvolvimento de projetos com comunidades locais.
	Atividades para construção de propostas educacionais.	-Combinação e reutilização interdisciplinar e inovadora de diferentes ideias, técnicas, materiais e tecnologias, para reduzir custos e agilizar processos educacionais; -Realização de ciclos contínuos de aprendizagem para refinar e fazer evoluir a proposta educacional, sob a perspectiva dos participantes; -Projeção de dinâmicas educacionais flexíveis e adaptáveis às contingências; -Compartilhamento de material educacional de forma gratuita para o benefício dos participantes.

Fonte: Dados coletados e processados.

De forma geral, ao se analisar os dados do Quadro 36, observa-se que prevalecem tópicos teóricos similares, sendo esses: inovação, empreendedorismo, ciclo de vida do produto, EC, políticas de ciência e tecnologia, modelo de negócios inclusivos e de baixo custo, sociologia da cultura, etnografia, desenvolvimento sustentável, movimento *maker* e uso criativo de recursos. Além disso, percebem-se dinâmicas educacionais empáticas e flexíveis, que convidam os discentes a serem criativos com o que tiver disponível à mão. Nesse sentido, esta etapa da pesquisa contribuiu com a verificação de informações mapeadas previamente no referencial teórico, assim como a identificação e análise de caminhos para o enriquecimento da construção e da aplicação de um *framework* para educação de IF e EF no Brasil.

Seguindo o percurso metodológico traçado para o presente trabalho, as informações do *survey* foram complementadas por meio de entrevistas semiestruturadas com docentes. Essa dinâmica permitiu ampliar o entendimento prático sobre como planejar, desenhar e implementar ações de educação em inovação e empreendedorismo frugais em contextos universitários, cujos resultados são apresentados na seguinte subseção.

4.1.4 Resultados das entrevistas semiestruturadas com docentes

4.1.4.1 Perfil dos respondentes

Nas entrevistas semiestruturadas, os participantes foram convidados a indicar seu país, idade, gênero, formação acadêmica, setor de experiência profissional, vinculação institucional, tempo de docência e formatos de ensino utilizados. As principais áreas de formação acadêmica dos respondentes são: Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas. Em relação a seu nível de formação, identificaram-se: 6 doutorandos, 8 doutores e 22 mestres.

No tocante ao tempo médio de atuação dos respondentes como docentes, 14 anos foi o valor encontrado. Quanto ao formato de ensino, 8 entrevistados informaram realizar atividades formais em disciplinas e 17 ainda disseminam o valor frugal por meio da discussão de temáticas associadas à perspectiva frugal em matérias existentes nas IES. Além disso, os respondentes indicaram realizar ações empreendedoras para difundir a IF e o EF em âmbitos universitários com conexão da indústria e da sociedade civil. Dentre as principais atividades, têm-se: *workshops*, gestão e apoio de laboratórios que geram inovações frugais e seminários nacionais/internacionais sobre as temáticas. **No Quadro 53 (Apêndice A), expõem-se a síntese do perfil dos docentes entrevistados.**

A partir da leitura das transcrições das entrevistas, foram construídas 11 categorias que surgiram da convergência de um mesmo aspecto ou temática elencados por dois ou mais respondentes. Em síntese, foram realizados agrupamentos de unidades de significado de diferentes entrevistas em torno de temas comuns. Para cada um desses temas, foi dado um nome de acordo com o que seria discutido, ficando definidas as seguintes:

1. Concepções docentes acerca da modalidade de educação em inovação e empreendedorismo frugais;
2. Concepções docentes acerca do ambiente de educação em inovação e empreendedorismo frugais;
3. Concepções docentes acerca do perfil do estudante participante do processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais;
4. Concepções docentes acerca dos objetivos de aprendizagem em educação de inovação e empreendedorismo frugais;
5. Concepções docentes acerca dos tópicos para abordar a educação de inovação e empreendedorismo frugais;

6. Concepções docentes acerca das estratégias pedagógicas para educação de inovação e empreendedorismo frugais;
7. Concepções docentes acerca dos recursos educacionais para educação de inovação e empreendedorismo frugais;
8. Concepções docentes acerca de ferramentas, métodos e abordagens para geração de soluções frugais;
9. Concepções docentes acerca das competências específicas de processos de educação em inovação e empreendedorismo frugais;
10. Concepções docentes acerca da interação com a sociedade para atividades educacionais de inovação e empreendedorismo frugais; e
11. Concepções docentes acerca do perfil do professor regente do processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais.

Para organizar a escrita, utilizaram-se códigos para cada unidade de significado. A título de ilustração, o código U4D1 refere-se à quarta Unidade de Significado (U), mencionada pelo primeiro docente entrevistado. Já o U2D7, refere-se à segunda U indicada pelo sétimo entrevistado, e assim sucessivamente, seguindo a ordem cronológica das entrevistas. Essa codificação também permitiu identificar o perfil de cada docente participante do estudo, conforme exposto no Quadro 53. **O total de unidades de significado que fundamentaram os resultados é exposto no Apêndice O (Quadro 61).** Convém mencionar que as informações compartilhadas dos docentes estrangeiros foram traduzidas do espanhol para o português, por pesquisadores com proficiência nessa língua.

4.1.4.2 Categorias e descrição

Considerando um tratamento de dados qualitativo, construído a partir dos objetivos traçados no roteiro semiestruturado e do recorte dos discursos dos docentes, a seguinte análise é apresentada por categorias:

1. Concepções docentes acerca da modalidade de educação em inovação e empreendedorismo frugais

Nesta categoria, apresentam-se as concepções dos respondentes a respeito dos formatos de educação, que definem as formas de condução que podem ser contempladas para ministrar

aulas sobre IF e EF. Foram identificadas 8 unidades de significado, pautadas por 5 dos 25 entrevistados.

Os respondentes indicaram que a maioria das suas aulas são híbridas (síncronas e assíncronas). A justificativa é dada pelas regulamentações de biossegurança durante o período de pandemia e pelo trabalho realizado com estudantes em diferentes cidades e países. Essa modalidade de educação foi indicada como adequada para manter a atenção dos estudantes e atender às demandas de discentes que trabalham. Para as aulas assíncronas, foram indicadas dificuldades no tocante a processos de educação que exigem a geração de ideias e desenho de produtos. Na visão dos entrevistados, as atividades virtuais para essas dinâmicas são desafiadoras pelo fato do estudante não poder socializar com outras pessoas para se inspirar e tirar dúvidas. Nesse sentido, é desejável o emprego de atividades virtuais síncronas e presenciais para ações projetuais.

“A modalidade de educação presencial permite que os alunos observem e escutem sob diferentes ângulos. Ver os movimentos de quem compõe a sala de aula enriquece o processo de aprendizagem” (U2D7, tradução nossa).

“Na modalidade assíncrona, os processos de design e prototipagem são muito desafiadores. Ela demanda o uso de casos ou a proposição de inovações digitais. Ainda estamos experimentando esse processo” (U1D4, tradução nossa).

Em uma perspectiva oposta à destacada pelos entrevistados sobre a modalidade virtual para geração de projetos frugais, três docentes defendem que há uma boa aceitação por parte dos alunos em relação ao uso de plataformas virtuais para essas atividades. Conforme os respondentes, é possível gerar soluções frugais de qualidade nessa modalidade, quando é realizada uma identificação prévia das habilidades e dos conhecimentos dos estudantes.

Os alunos fazem a sua parte individual, comentamos essas contribuições e fazemos correções, de forma assíncrona, mas temos alunos que exigem orientação dos seus projetos, de forma presencial, e, nesses casos, oferecemos apoio de forma síncrona para que eles possam se comunicar com o professor e seus colegas de aula. A universidade está desenhada para realizar essas dinâmicas” [...] “muitos dizem, Desenho Industrial virtual? Como? Mas, conseguimos resolver muitos dos desafios que nos criticaram, e, na verdade, tivemos muito sucesso e conseguimos reconhecimentos de diversas empresas (U3D23, tradução nossa).

Temos estudantes idosos que têm dificuldade em clicar numa plataforma digital, é importante conhecer as suas limitações. Mas, essas limitações não significam que não possam aprender [...] o desafio não é o formato, mas sim nossa capacidade de adaptação ao perfil do estudante (U7D25, tradução nossa).

Após a pandemia, eu percebi que quando os estudantes estão em casa se concentram melhor, conversam com seus colegas, por meio de *Team*®, *WhatsApp*®, e dividem tarefas entre eles. Durante esse tempo, eu oriento e dou *feedback*, e abro um espaço

virtual de socialização para que possam ver o que seus colegas estão fazendo e isso os desafia e chama a sua atenção (U5D24, tradução nossa).

A partir dessas discussões, olhando para os dados apontadas pelos entrevistados, de forma geral, pode-se refletir que, as dinâmicas educacionais que visam a geração de projetos frugais podem ser realizadas em modalidade virtual quando efetivadas, por meio de: (i) recursos digitais de fácil acesso e manuseio para os estudantes, (ii) mapeamento prévio das características dos participantes para realizar uma combinação apropriada de encontros virtuais síncronos/assíncronos, e (iii) possibilidade de atividades presenciais para socialização de resultados.

Considerando os achados, identifica-se um importante ponto de inflexão que exige da educação em IF e EF, uma formação e um quadro conceitual com participação especial da tecnologia para estabelecer interações sociais e acadêmicas. Um docente entrevistado, ressaltou essa dinâmica híbrida como eixo para geração de um novo perfil do estudante, pois requer que os alunos tenham uma disciplina mental e um novo laço social de aprendizado. De acordo com ele:

[...] muitos estudantes têm medo do salto do presencial para o virtual, nem todos possuem as mesmas habilidades para se adaptarem a essa modalidade. A virtualidade é mais exigente porque requer aprendizagem autônoma, por isso temos a opção híbrida (U6D24, tradução nossa).

2. Concepções docentes acerca do ambiente de educação em inovação e empreendedorismo frugais

Nesta categoria, são discutidas concepções dos professores entrevistados acerca do tipo de ambiente físico e suas formas de uso para educação em IF e EF. Para essa segunda categoria, emergiram 19 unidades de significado, elencadas por 15 dos 25 respondentes.

O uso de sala de aula convencional e laboratórios de prototipagem (com impressoras 3D), foi apontado por 7 entrevistados como ambientes essenciais que devem ser fornecidos pela universidade, a fim de beneficiar a aprendizagem, a interação e a colaboração com o trabalho do docente regente. Particularmente, a utilização de laboratórios com espaços flexíveis foi sinalizada como um aspecto relevante na estruturação de ambientes para apropriação dos conceitos e das características de IF e EF. A unidade de significado U20D10 confirma o uso de tais recursos como um diferencial competitivo:

Em nosso laboratório temos uma sala de impressão 3D, uma oficina de carpintaria para fazer atividades manuais de madeira ou elétricas. Temos uma área flexível com capacidade para 100 pessoas e as mesas podem ser adaptadas para trabalhar em equipes, realizar apresentações ou fazer dinâmicas que precisam de movimento.

Temos uma cozinha criativa que é um *plus* no laboratório, já que é um espaço de experimentação grupal [...]. Esse espaço também ajuda a inspirar a discussão de assuntos mais complexos, [...] para nós, esse é o lugar para fazer emergir *soft skills*.

Para explorar as potencialidades dos ambientes de aula, os respondentes elencaram as seguintes recomendações: (1) número de estudantes – não há um número ideal de estudantes para ensinar o enfoque frugal, mas é adequado trabalhar com grupos entre 15 e 30 estudantes e utilizar dinâmicas de trabalho em equipe; (2) desenvolvimento da aula – estabelecer regras claras nas atividades, apresentar a regulamentação institucional, transmitir cordialidade, empatia e sentido de pertencimento; e (3) infraestrutura do contexto da aula – escolher espaços que permitam a reflexão, o movimento, a experimentação e o diálogo, assim com a interação com recursos digitais e comunidades locais.

A recomendação sobre o número de estudantes nas aulas foi apontada por 9 professores como uma decisão influenciada por questões institucionais, contexto de ensino, formato, conteúdo e objetivos da disciplina. Conforme os respondentes, possuir turmas numerosas pode demandar mais tempo e esforço na condução e troca de ideias. Contudo, a presença de mais de 15 alunos para apropriação do enfoque frugal não tende a afetar significativamente o processo de educação, mas, sim, demandar ao uso de diferentes estratégias educacionais grupais, com participação de diversos facilitadores.

Gramigna (2005) confirma essa argumentação. Segundo a autora (p. 51), “na impossibilidade de formar turmas com quinze pessoas, o facilitador pode recorrer ao auxílio de monitores. Estes devem ser treinados em seu papel, e sua atuação estará centrada na organização dos subgrupos e observações sobre o processo grupal. Ainda a mesma autora salienta que, “as informações dos monitores servirão de base para enriquecimento das fases do ciclo da aprendizagem vivencial”.

“O número de alunos depende do professor, da estruturação dos cursos, dos recursos e do material de apoio [...]” (U27D25, tradução nossa).

“O número de alunos depende da metodologia e dos objetivos do curso, por exemplo um curso teórico não é igual a um curso prático. Cada um tem uma exigência” (U25D22, tradução nossa).

“[...] depende das habilidades, dos pré-requisitos para entender o assunto, então não existe uma quantidade ideal de estudantes” (U26D23, tradução nossa).

“Para grupos grandes temos tutores que respondem a dúvidas e fóruns em *Teams*®, e o professor responsável pelo curso atende às demais atividades [...] os trabalhos dos tutores são distribuídos de acordo com o número de alunos” (U19D24, tradução nossa).

[...] até 16 estudantes é administrável, já que é possível dar um atendimento personalizado [...]. Um grupo pequeno é uma vantagem, porque permite um acompanhamento mais personalizado, mesmo trabalhando em equipes [...]. Você pode dar *feedback* e levar em conta todas as sugestões [...] (U12D8, tradução nossa).

No que se refere ao desenvolvimento da aula e à infraestrutura do contexto, cinco docentes apontaram sugestões. De acordo com eles, a pandemia influenciou na forma de interação dos estudantes, pelo qual, é necessário ter espaços abertos ao diálogo que transmitam segurança para apresentar diferentes pontos de vista e explorar novas ideias. Também, salientam o planejamento de ambientes criativos, por meio de recursos físicos e virtuais colaborativos para condução das aulas.

“O ambiente acadêmico deve ser adequado para desenhar e trocar ideias [...] trabalhar com alunos após pandemia tem sido difícil, porque são pessoas que não tiveram interação presencial com ninguém, eles não querem se expor e falar” (U23D21).

“[...] para trabalhar com design é importante criar um ambiente onde o ponto de vista seja valorizado” (U10D5, tradução nossa).

“[...] para o processo de criação frugal é importante criar um ambiente divertido e agradável [...], improvisar iluminação, colocar música e ter uma novidade” (U21D14).

“[...] a pandemia nos deixou a necessidade de experimentar simultaneamente diferentes recursos, dentro e fora da sala de aula, com mecanismos digitais e não digitais” (U11D7, tradução nossa).

“Ajuda usar mesas ao invés de cadeiras separadas, para que os estudantes fiquem juntos. A inovação é colaborativa, não é solitária [...] ter um ambiente que permita explorar as experiências de vida de cada estudante” (U24D21).

3. Concepções docentes acerca do perfil do estudante participante do processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais

Nesta categoria são reunidas as concepções docentes acerca do perfil do estudante participante do processo de educação em IF e EF, reveladas nas entrevistas, buscando compreender o que as mesmas concebem sobre o tipo de formação acadêmica, nível educacional, semestre e conhecimentos prévios. Para essa categoria, emergiram 23 unidades de significado, mencionadas por 13 dos 25 entrevistados.

Os docentes entrevistados indicaram que o perfil do discente em IF e EF deve ser delimitado por estudantes universitários vinculados a diferentes programas acadêmicos de

graduação (a partir do 4º semestre) ou de especialização/mestrado (a partir do 2º semestre), idealmente com experiência laboral. Para os respondentes, ter a participação de discentes com diferentes formações no processo de educação é mais enriquecedor, pois permite oferecer uma formação transversal diferenciada e direcionada à geração de projetos e soluções sociais, ambientais e econômicas:

“Os alunos do primeiro semestre, em termos sociológicos, são mais adolescentes, então seu comportamento em sala de aula ainda é infantil. Prefiro trabalhar a Inovação Frugal com estudantes a partir do 4º semestre” (U46D15, tradução nossa).

“A combinação vencedora para fazer Inovação Frugal é um engenheiro, um administrador e um designer. Essa combinação permite aproveitar as habilidades diferentes e gerar ideias muito inovadoras” (U39D8, tradução nossa).

“É muito importante ter estudantes de diferentes programas, a transdisciplinaridade é fundamental na educação da Inovação Frugal” (U42D11, tradução nossa).

“[...] estudantes de mestrado, com formação profissional em vários setores [...] são engenheiros, administradores, economistas, contadores e psicólogos” (U32D4, tradução nossa).

“Na disciplina de mestrado temos estudantes de Design Gráfico, Design de Interação, Comunicação Social, Pedagogia e Administração de Empresas [...]. Introduzimos a Inovação Frugal a partir do segundo semestre” (U40D8, tradução nossa).

Os nossos estudantes de Engenharia têm um perfil diferente, no caso, são estudantes que já trabalham. Essa coisa do trabalhar dá mais maturidade para esse público, e eles acabam gostando mais de botar mão na massa, e fazer uma conexão mais próxima da teoria com a prática. Eles não são mais velhos, mas são mais maduros em função da condição da vida (U47D19).

São alunos de graduação do 7º semestre. É uma disciplina que integra outros cursos, pelo qual eles já detêm conhecimento prévio em inovação, empreendedorismo e sustentabilidade [...] essa mistura de estudantes permite criar protótipos mais avançados (U34D5, tradução nossa).

Nessa categoria, a identificação de habilidades e conhecimentos prévios dos estudantes é concebida pelos entrevistados como uma dinâmica que favorece a educação em IF e EF. Particularmente, cinco docentes chamaram a atenção pelo fato de que é necessário que os professores tenham conhecimento das especificidades do seu público-alvo para definir e ajustar os exercícios das aulas. Ademais, foram sinalizadas atividades auto avaliativas institucionais, bem como aplicação de ferramentas e dinâmicas de pesquisa, com o intuito de analisar as experiências vivenciadas pelos discentes. As seguintes 4 unidades de significado ilustram essas atividades:

“Solicito uma apresentação inicial de suas expectativas e *hobbies*, o programa acadêmico onde estão vinculados, o que estudam, onde trabalham, tudo isso para apresentar exemplos reais do setor onde atuam” (U30D3, tradução nossa).

Desenvolvo uma rubrica do curso para co-avaliar a experiência. Ajuda muito para a nota final [...] na última sessão da disciplina aplicamos a ferramenta *I like I wish* para conhecer e entender a perspectiva dos estudantes sobre o que gostaram e não gostaram da experiência (U44D13, tradução nossa).

[...] os estudantes realizam uma auto avaliação do trabalho realizado pelos membros das suas equipes e dos outros grupos, e, finalmente, outros professores da universidade avaliam os protótipos finais dos estudantes, os quais são formulados como atividade avaliativa final da disciplina (U41D8, tradução nossa).

Utilizo a *Padlet*® para identificar seus interesses e conhecimentos. Eu peço que enviem uma foto de um de seus dias favoritos e expliquem o porquê. Também peço que indiquem o que gostariam de fazer como profissionais e o que gostariam de ver durante o semestre e a disciplina. No final da matéria, é aplicado um questionário no *Google Forms*®, e são analisadas as anotações dos estudantes no caderno de projetos, para conhecer sua perspectiva em cada exercício realizado (U37D7, tradução nossa).

Pergunto aos estudantes com quem tiveram aula de empreendedorismo, como foi sua experiência, em quais projetos de criação de soluções participaram e quais são suas habilidades para depois estimular suas *maker skills* [...] também realizamos três avaliações da disciplina. A primeira é uma avaliação intermediária sobre a experiência e conhecimento obtido nas aulas, a segunda é uma avaliação institucional, nas semanas 13 e 14, e a terceira avaliação é realizada na última semana como uma dinâmica de valorização e sistematização do processo de aprendizagem, por meio de grupos focais. Essa dinâmica é muito legal e deixa muitos *insights*, mas demanda bastante tempo. Então, a gente fez isso no início, quando as turmas eram pequenas. Agora, realizamos sessões virtuais de participação voluntária. Também analisamos o que os estudantes indicaram no caderno de projetos e nos portfólios de evidências de aprendizagem (U36D5, tradução nossa).

Quanto às habilidades dos estudantes participantes, uma docente entrevistada ressaltou como necessárias: “[...] empatia, visão sistêmica, colaboração interdisciplinar e criatividade” (U35D5, tradução nossa). Segundo ela, essas habilidades permitem que o exercício de apropriação do enfoque frugal seja mais ágil e efetivo, pois dita dinâmica demanda a identificação de recursos físicos e institucionais locais e suas possíveis aplicações, assim como imersão em campo, para escutar e interagir com os usuários que vivenciam o problema. As informações dessa argumentação foram capturadas na fala da entrevistada e no *syllabus* disponibilizado por ela.

[...] é fundamental que a solução surja dos usuários que vivenciam a necessidade e participem do time de inovação [...] é um processo de movimentar muito mais o sistema e seus atores, exige muita colaboração e reconhecimento de recursos locais para sua aplicação (U31D5, tradução nossa).

As concepções que conformam esta categoria demonstram que o ato de conhecer o estudante e suas especificidades contribui para alcançar os objetivos de aprendizagem na atividade aplicada. Não basta conhecer apenas os materiais, mas também os discentes para fomentar um processo de educação mais adequado aos seus repertórios sociais e profissionais (Freire, 2019). Desse modo, entende-se que a adaptabilidade aos perfis dos alunos, mencionada pelos respondentes, proporciona mais conexão com suas necessidades.

Dois docentes sustentaram que o processo de caracterização do perfil dos estudantes traz contribuições positivas para o desenvolvimento de dinâmicas de ensino inclusivas. Conforme os professores, os processos de educação devem considerar as singularidades físicas, metacognitivas, comunicativas e atitudinais dos estudantes para atendê-los com melhor qualidade. Para tal, os entrevistados enfatizaram a importância de promover uma cultura de inclusão universitária, na qual, a colaboração entre todos os membros da comunidade escolar seja institucionalizada, abarcando professores, pais, alunos, profissionais de apoio profissional e administrativo. Colaboração essa, que segundo os respondentes, permite mapear e superar barreiras para a participação plena de todos os estudantes, independentemente de suas diferenças individuais, diversidades funcionais e modalidade de formação.

Já tive alunos com deficiência [...] o que eu faço é dar opções de apresentação de resultados e incluimos a ajuda de seus familiares, o importante é dar uma solução para que participem e fiquem felizes com os resultados, e percebam que podem aprender [...]. Também oferecemos apoio para questões de vida universitária (U48D23, tradução nossa).

Temos estudantes em liberdade condicional, ex-membros de grupos armados, estudantes em diferentes ambientes socioculturais, essa questão tem gerado desafios muito grandes como professores. Muitos desses alunos não têm computador e tive que aprender a transferir informações com qualquer ferramenta (U50D24, tradução nossa).

Caracterizamos o perfil do aluno no momento da matrícula [...]. O aluno avisa se tem alguma deficiência, uma condição, etnia ou uma situação especial [...]. O diretor do curso é responsável por garantir que esse estudante receba as mesmas condições que os outros alunos, mas o apoio do aluno e da família também é necessário (U49D24, tradução nossa).

4. Concepções docentes acerca dos objetivos de aprendizagem em inovação e empreendedorismo frugais

Apresenta-se, nesta categoria, as concepções dos docentes sobre os objetivos de aprendizagem em IF e EF em contextos universitários. Manifestaram-se 17 unidades de

significado, apresentadas por 11 dos 25 respondentes. De acordo com os docentes entrevistados, os principais objetivos para dinâmicas educacionais sobre a temática, são os seguintes:

- ✓ Introduzir a IF e o EF como elementos de criatividade que permitem o *ecodesign*;
- ✓ Introduzir a IF e o EF para agregar valores socioculturais na inovação e no processo empreendedor, de acordo com as possibilidades contextuais dos usuários;
- ✓ Identificar alternativas disruptivas para e com comunidades ou organizações com recursos limitados, sob a visão frugal;
- ✓ Desenvolver projetos na área da Engenharia que proporcionem soluções sociotécnicas a problemas de comunidades locais, por meio da perspectiva frugal;
- ✓ Projetar alternativas sustentáveis em produtos/serviços de uso comum, por meio do processo de inovação e empreendedorismo frugais, a fim de responder às necessidades sociais, ambientais e econômicas da sociedade; e
- ✓ Desenhar estratégias e/ou táticas frugais que permitam gerenciar organizações ou projetos, a partir de perspectivas inclusivas e sustentáveis, para priorizar o cuidado da coletividade e do planeta.

De forma geral, os entrevistados mencionaram a formulação de objetivos educacionais que integrem aspectos do cenário geográfico, econômico, político, social e ambiental, por meio de um processo de “aprender fazendo”. Ademais, os docentes ressaltaram que esses objetivos devem priorizar a apropriação de conceitos, critérios e tipos de usuários beneficiados pelo valor frugal, sob uma abordagem pedagógica contextualizada. Isso com o intuito de garantir o desenvolvimento pleno das faculdades intelectuais e relacionais dos estudantes, bem como a conexão entre o conhecimento tratado em sala de aula e as suas vidas.

Para iniciar o processo de aprendizagem é necessário definir o que é a Inovação Frugal, para quem está destinada, os critérios que a caracterizam e a diferenciam de outros tipos de inovações, e, finalmente, apresentar casos de estudo para depois formular um protótipo que se tornará posteriormente em inovação e empreendedorismo frugais (U54D9, tradução nossa).

Para essa perspectiva de inovação, é recomendável criar objetivos de aprendizagem sob uma abordagem de síntese e apropriação do tema, isso porque discutir sobre a Inovação Frugal cria um choque nos estudantes, mas é um assunto muito necessário nas suas formações, pois eles irão se tornar os futuros tomadores de decisão na sociedade (U52D5, tradução nossa).

[...] é importante que os objetivos das disciplinas de Inovação Frugal estejam direcionados à apropriação do seu conceito e suas características para que os alunos encontrem caminhos diferentes no uso de recursos, gerando um equilíbrio entre o que o usuário espera de forma sócio economicamente viável e tecnologicamente

possível, sem abalar negativamente o nosso ecossistema natural (U57D11, tradução nossa).

É necessário apropriar o termo frugal no ambiente universitário para que todos o conheçam [...]. Na nossa universidade, conversamos muito sobre transformar o conhecimento em soluções para o mundo e, por isso, trabalhamos com desafios reais, através de uma abordagem interdisciplinar, pois acreditamos que o conhecimento não serve para nada se não puder ser transformado em algo útil para a sociedade [...] (U55D10, tradução nossa).

Outro entrevistado considerou que o estabelecimento dos objetivos deve estar demarcado pelo tipo de IF que será ensinada. Segundo ele: “[...] tem uma linha de Inovação Frugal para indústria e outra para a Base da Pirâmide, então, dependendo disso você deve estruturar seus objetivos, pois têm prioridades distintas” (U60D14). Essa fala é confirmada pelos estudos de Wohlfart *et al.* (2016), Hossain *et al.* (2021) e Hossain (2021ab), haja vista os dados apontados no capítulo 2 desta tese.

Particularmente, uma entrevistada fez uma referência aos tipos de motivações que são utilizados em diferentes territórios para ensinar o valor frugal. Segundo a docente, em contextos europeus, processos pedagógicos em IF e EF são principalmente fundamentados na criação de soluções que impactem positivamente o meio ambiente. Já no cenário latino-americano, a educação dessas temáticas está voltada à resolução de problemáticas sociais latentes.

Em geral, quando os europeus pensam na Inovação Frugal e no Empreendedorismo Frugal, pensam no meio ambiente, em como consumir menor quantidade de recursos, como gerar a menor quantidade de resíduos. O seu pensamento está intimamente ligado às alterações climáticas. E, na América Latina, o enfoque é mais social, para ajudar as pessoas que estão em extrema pobreza, para reduzir a desigualdade e aumentar o bem-estar coletivo [...]. É muito curioso porque deveriam ser utilizadas as duas motivações, ao mesmo tempo, mas o território demarca o impacto ambiental, econômico, cultural e social das inovações frugais (U64D17, tradução nossa).

Essa concepção traz uma reflexão sobre a forma como a frugalidade é utilizada em cada território. De acordo com Ratten (2019), o valor das soluções frugais depende do grau de aceitação dos usuários e da alocação de recursos para sua utilização no contexto. Assim, as atividades educacionais sobre IF e EF devem ir ao encontro com as noções estabelecidas pelas dimensões políticas, históricas, sociais, ambientais e econômicas do cenário geográfico onde são utilizadas. Essa colocação não indica subjetividade sobre os impactos desse tipo de inovação e empreendedorismo, mas sim a capacidade de adaptação dessa dinâmica para atender às necessidades do ambiente. Nesse sentido, compreende-se que a IF e o EF podem criar diversos benefícios social, ambiental e econômico, em diferentes graus, e isso depende de seu âmbito de desenvolvimento e uso. Nessa linha, a docente conclui que:

As ferramentas para educação e desenho de inovação e empreendedorismo frugais não funcionam da mesma forma na Europa e na América Latina, devido às características dos territórios. Aqui na Holanda, o problema não é o acesso aos produtos e sim como podemos descartá-los da melhor forma. Então, damos mais foco ao desenvolvimento de produtos que são mais fáceis de processar e têm menos impacto ambiental (U65D17, tradução nossa).

As argumentações da docente têm relação com os postulados presentes nos trabalhos de Albert (2019), Dressler e Bucher (2018) e Rosca *et al.* (2017). Segundo esses autores, o alcance da dimensão ambiental, em soluções frugais, depende das particularidades de cada contexto onde essas inovações são desenvolvidas e aplicadas, visto que exigem uma série de condições conjunturais e institucionais que podem não acontecer em todas circunstâncias.

Cabe salientar que, embora esta etapa da pesquisa tenha tido como principal objetivo conhecer as vivências de docentes da América Latina, a possibilidade de captar a percepção de docentes latinos em outros continentes permitiu delimitar a necessidade de contextualizar o conhecimento para ser coerentes com as necessidades que cada território demanda sobre o valor frugal.

Considerando essa linha de raciocínio e o estágio atual da educação em IF e EF, os docentes entrevistados elencaram diversos desafios para atingir os objetivos que caracterizam o exercício dessa ação de docência e aprendizagem. As dificuldades mais recorrentes nas falas dos docentes são: (i) ambiguidade do conceito da IF e proximidade das suas características com outros tipos de inovação; (ii) bibliografia da temática apenas em inglês; (iii) poucos exemplos latino-americanos na literatura; (iv) desconhecimento sobre o perfil e estilo de vida das pessoas da BoP na América Latina; (v) receio das universidades em ensinar uma temática pouco conhecida e ainda em desenvolvimento; (vi) pouco pensamento crítico e empático dos estudantes; (vii) falta de continuidade dos projetos realizados; e (viii) associação pejorativa à palavra frugal. Os pontos citados são ilustrados com as seguintes falas:

“Há pouco conhecimento sobre a Inovação Frugal e há uma associação negativa sobre ser barata. Há pessoas que acham que ser uma pessoa frugal é ser ‘mão-de-vaca’” (U53D5, tradução nossa).

“O maior desafio é deixar claro o que significa a palavra frugal, e não a confundir com coisas baratas, já que a frugalidade também está presente em tecnologias de ponta” (U56D10, tradução nossa).

“O conceito de Inovação Frugal é difícil de entender ainda. [...]. É difícil que os estudantes entendam que a Inovação Frugal é uma coisa tecnológica, e delimitar o conceito”. (U67D21).

“[...] fazer com que as pessoas entendam que a Inovação Frugal não é uma inovação barata ou para pobres. Precisamos criar uma nova consciência coletiva” (U62D16, tradução nossa).

“Há falta de conhecimento sobre o que é a Base da Pirâmide, suas peculiaridades e formas de vida [...]” (U58D13, tradução nossa).

“[...] têm muitas pessoas que não conhecem a Base da Pirâmide. A Base da Pirâmide é muito diferente de uma família humilde, é muito mais difícil para elas, e os estudantes não conhecem essa realidade” (U61D14).

Sempre encontro os mesmos exemplos na literatura, e são exemplos da Índia e da China, e tudo está escrito em inglês. [...] Há muita ambiguidade na literatura sobre o conceito da Inovação Frugal e sua relação com outras inovações. Então, ela pode ser tudo ou nada, e você acaba demorando muito para explicar a temática (U51D2, tradução nossa).

A superação desses desafios certamente implica a capacidade de cada docente de atuar dentro de uma dialética propositiva, inclusiva, flexível e recursiva, ou seja, de se tornar em um facilitador e articulador de conhecimentos existentes e recursos disponíveis, a fim de cooperar de maneira efetiva com a nova prática pedagógica inter e transdisciplinar que exige a educação em IF e EF. Essa argumentação é evidenciada na fala de três docentes entrevistados:

A Inovação Frugal é uma abordagem multi e transdisciplinar, então não podemos ensiná-la de forma tradicional [...] precisamos combinar capacidades, entender o ambiente e as restrições para criar uma nova mentalidade, uma nova forma de aprender (U59D14).

Os estudantes estão acostumados a trabalhar com mais recursos do que realmente são necessários. Eles acreditam que sempre precisam de um computador e de um programa super caro. Há um desafio sobre como podemos mudar a mentalidade deles para que aprendam a projetar de uma forma não tradicional, como no caso da Inovação Frugal (U63D16, tradução nossa).

Os estudantes que têm experiência em empresa grande têm mais dificuldade de entender a Base da Pirâmide e de inovar com poucos recursos. Esse é o desafio, fazer uma desconstrução na cabecinha dos que acham que o dinheiro é prioridade (U66D19).

As concepções expostas têm relação com as ideias postuladas por Radjou e Prabhu (2015), Soni e Krishnan (2014), Weyrauch e Herstatt (2017) e Bianchi *et al.* (2017), sobre uma mudança de mentalidade para aplicar a frugalidade. Segundo os autores, é necessário ter um *mindset* do inovador frugal para repensar as restrições e responsabilidades como oportunidades de democratização da inovação. Em âmbitos universitários, esse *mindset* permite formar sujeitos capazes de enfrentar circunstâncias imprevistas e empreender com criatividade e justiça socioambiental, incitando uma quebra de rotinas tradicionais de educação (Arnab *et al.*, 2021).

5. Concepções docentes acerca dos tópicos para abordar a educação de inovação e empreendedorismo frugais

Nesta categoria, debate-se as concepções dos respondentes a respeito dos tópicos para abordar a educação de IF e EF. Foram consideradas 14 unidades de significado, mencionadas por 11 dos 25 docentes.

Os entrevistados apontaram diversas temáticas nas quais se assentam a formação em IF e EF: *codesign*, DCU, ciclo de vida do produto, EC, Design Sistêmico, frugalidade, desenvolvimento sustentável, ODS, empreendedorismo social, processo de inovação, proposta de valor, IS, desenvolvimento de projetos, modelos de negócios, *DfS*, alianças estratégicas, movimento *maker*, distribuição de última milha, empatia, etnografia, sociologia da cultura, decisões socioculturais, justiça social/ambiental, e políticas públicas locais. Temáticas essas que apresentam relação com os temas identificados no *survey*, corroborando também aspectos mapeados na literatura.

Dentre as temáticas listadas acima, as mais mencionadas, nas entrevistas, foram a empatia e o *codesign*. Particularmente, duas docentes entrevistadas evidenciaram de forma clara a relevância delas para geração de inovação e empreendedorismo frugais:

Não queremos ser a mãe que sente frio e coloca o casaco no filho. Ou seja, não queremos impor soluções apenas porque acreditamos que isso ou aquilo é o que os outros precisam, esse é um aspecto importante a ser evitado, e a empatia e o *codesign* auxiliam nesse aspecto [...] (U77D8, tradução nossa).

O *codesign* e a empatia são vitais, já que não deve ser o empresário quem propõe uma solução, como se fosse um ‘colonizador’ que traz a ‘salvação’. Ele não vivencia a situação de restrição, mesmo que ele faça diversas visitas nas comunidades que busca atender, ele nunca fará parte delas. [...] É fundamental que a solução surja com os usuários que experimentam a necessidade e que eles participem do time da inovação e complementem o processo com suas habilidades (U72D5, tradução nossa).

Especificamente, um docente sugere abordar os conceitos e as características da TA para facilitar o entendimento sobre o que é a IF. Para ele: “A Inovação Frugal é filha da tecnologia apropriada” (U69D2, tradução nossa). Nessa linha, dois entrevistados apontaram que para realizar essa relação podem ser utilizadas duas metateorias²⁷, a saber como: teoria crítica da tecnologia e teoria da construção social. De acordo com os respondentes, a

²⁷As metateorias consistem nas bases teóricas derivadas de várias filosofias que dão sentido ao uso de métodos e procedimentos em contexto de pesquisa aplicada ou especializada (Thiollent; Colette, 2020).

contribuição delas, na forma particular que cada educador e pesquisador decida utilizá-las, é dada pela oportunidade de discutir aspectos referentes a relações de poder entre os designers e os atores envolvidos, assim como contemplar elementos históricos e culturais dos usuários para atingir os objetivos socioeconômicos democráticos da IF.

Para um desses entrevistados, essas metateorias permitem uma formação integral de engenheiros, pois, segundo ele: “[...] não basta ser engenheiros se não conseguimos compreender porque existem diferenças na utilização dos recursos e nas relações sociais. Essas metateorias ajudam nessa compreensão” (U76D7, tradução nossa). Esse argumento apresenta afinidade com o postulado por O’Neill *et al.* (2012). Segundo esses autores, na ótica do enfoque frugal, é fundamental realizar a transição do DCU para o Design Centrado na Cultura (DCC), com ênfase na integração das dimensões humanas, sociais e geográficas.

Seguindo essa ideia, um docente mencionou já utilizar o DCC para geração de projetos frugais. Conforme informa o entrevistado, combinar conceitos técnicos de Engenharia, noções de artesanato e cultura é oportuno para que os estudantes se atentem a identificar recursos locais e resolvam necessidades de comunidades que representam a ancestralidade do território estudado.

Na disciplina Projeto de Design 2, utilizo metodologia de design, cultura e artesanato. [...] Uso o artesanato para que os estudantes projetem objetos que representam a sua cidade e região [...]. Os estudantes devem entrar em contato com artesãos locais e identificar os recursos e os processos que eles utilizam. Tivemos resultados muito interessantes, produtos muito marcantes (U81D23, tradução nossa).

A concepção do docente salienta a valorização do artesanato e do DCC como prática introdutória da frugalidade que, por meio da integração de aspectos multiculturais e conhecimentos de Engenharia, permite iniciar uma identificação dos recursos existentes em determinados grupos sociais, de modo a apoiar a geração e a sustentação de futuros empreendimentos locais.

6. Concepções docentes acerca das estratégias pedagógicas para educação de inovação e empreendedorismo frugais

Estão reunidas, nesta unidade, concepções docentes sobre estratégias pedagógicas para educação de IF e EF. De acordo com Freire (2019, p. 87) “[...] não devo pensar apenas sobre os conteúdos programáticos que vêm sendo expostos ou discutidos pelos professores das diferentes disciplinas, mas, ao mesmo tempo, a maneira mais aberta, dialógica, ou mais fechada,

autoritária, com que este ou aquele professor ensina”. Seguindo essa visão, destaca-se, aqui, 49 unidades de análise pautadas por 17 dos 25 entrevistados.

Os respondentes sugeriram utilizar um *mix* de estratégias educacionais tradicionais e ativas para levar a educação de IF e EF a ter mais sentido prático e menos abstração para os estudantes. As mais citadas por eles foram: seminários interativos por parte do professor, Aula Invertida, Estudo de Casos, Pesquisa *Desk*, ABE (grupos interdisciplinares), *Pitch*, *Brainstorming*, *Design Thinking*, HCD, ABD e ABP. Para eles, a forma de uso dessas ferramentas depende da natureza do grupo e do tempo de trabalho. Especificamente, quatro docentes salientam as Metodologias Ativas como estratégias ágeis e competitivas nos processos de educação contemporâneos que demandam pensamento interdisciplinar e engajamento projetual de estudantes com diversas formações.

A aprendizagem ativa permite formar sujeitos conscientes para atuar na sociedade. Isso é mais importante do que criar uma prova para que os estudantes respondam o que é Inovação Frugal. A educação de inovação e empreendedorismo frugais demanda uma aprendizagem experiencial com desafios reais (U125D14).

[...] as ferramentas ativas permitem que os alunos estejam sempre atentos e sintam-se desafiados, e podem utilizar seu celular [...]. Particularmente agora, os períodos de satisfação são cada vez mais curtos nos seres humanos, pelo que é necessário procurar instrumentos que permitam estimular sua atenção e seu interesse com atividades educativas de vários tempos e várias ações (U107D7, tradução nossa).

A integração de diversos estudantes com Metodologias Ativas é crucial para promover a inter e transdisciplinar, [...] os engenheiros se concentram em entender o problema e sua estrutura, os administradores se concentram em pensar como resolvê-lo e entregá-lo a mais pessoas, os designers se concentram em como desenhar a solução e entender ao usuário. É por isso que é importante colocá-los juntos (U127D15, tradução nossa).

Usamos a Aprendizagem Baseada em Desafios ou Problemas para que o estudante possa colocar em prática as informações obtidas na aula expositiva [...] E o Estudo de Caso também ajuda a criar um ambiente de aprendizagem muito mais real, ao permitir vincular o contexto acadêmico com as situações do mundo, para desenvolver conhecimento e apresentá-lo de forma adequada no formato de *Pitch* [...]. Nós utilizamos o *Design Thinking* como o caminho que traça as dinâmicas projetuais ao longo da matéria [...] (U119D10, tradução nossa).

Em termos das atividades que podem ser aplicadas no processo de educação, foram identificadas práticas individuais e em grupo, que se encontram categorizadas em 4 blocos apresentados no Quadro 37, seguindo as indicações dos entrevistados.

Quadro 37 – Dinâmicas para educação de IF e EF

Bloco	Dinâmicas	Falas dos entrevistados (excertos)
<u>1º Bloco:</u> perfil empreendedor.	-Atividades “quebra gelo”, de autoconhecimento para identificação do perfil do estudante, seu contexto e conhecimento em frugalidade, inovação e empreendedorismo; -Desafios de pensamento lateral; -Avaliação/discussão dos resultados por parte dos estudantes.	-“[...] primeiro é necessário realizar exercícios de reflexão e autoconhecimento, para que o estudante descubra seu potencial como inovador frugal e reconheça como utilizar os recursos à mão” (U91D4, tradução nossa); -“Pergunto aos estudantes quão frugal é sua rotina diária, para estimular a coerência com o que eles estão aprendendo e com o que fazem nas suas vidas [...]. Também aplico atividades ‘quebra-gelo’ para criar relações de confiança. É importante que eles mesmos possam se avaliar, eles preferem escutar outros estudantes e criarem suas próprias rotas de aprendizagem” (U98D5, tradução nossa); -“Utilizo a ferramentas de autoconhecimento IKIGAI para alinhar valores, expectativas, objetivos e possibilidades de trabalho com os estudantes na disciplina” (U103D6, tradução nossa); -“Peço aos estudantes que criem vídeos e respondam às seguintes perguntas: eu me vejo como um empreendedor? Já comecei? Que tipo de negócio já empreendi? Qual era minha perspectiva? Não me vejo como empreendedor, por quê? Qual é o negócio ou empreendimento dos meus sonhos, sem limites?” (U82D1, tradução nossa); -“Para identificação do perfil do estudante faço o teste de modos cognitivos e para estimular o início das atividades aplico desafios de pensamento lateral de Edward de Bono” (U122D12, tradução nossa).
<u>2º Bloco:</u> desenvolvimento de processos.	-Análise de exemplos coletados na literatura, considerando o enfoque frugal e sua relação com a proposta de trabalho para a matéria; -Exercícios em grupo interdisciplinares; -Sessões que estimulem o pensamento crítico: perguntas de reflexão e aplicação do conhecimento em seu contexto; -Identificação de ODS e problemáticas locais.	-“Convidar os estudantes a que avaliem modelos de negócios frugais existentes e pensem em novas formas de aplicação no contexto local” (U92D4, tradução nossa); -“Pode ser utilizada uma lista de exemplos com um pequeno resumo de cada um, e posteriormente os estudantes devem realizar adaptações ao contexto local, tanto no nível de processo quanto de produto” (U93D4, tradução nossa); -“Os estudantes de Engenharia precisam do Estudo de Caso para reter sua atenção” (U114D9, tradução nossa); -“Resgatar frases contundentes, dramáticas ou entusiásticas relacionadas ao tema para gerar desafios e pensamento crítico. Também convindo os alunos a refletirem sobre situações hipotéticas que podem acontecer localmente e que podem estar vinculadas à Inovação Frugal” (U109D7, tradução nossa); -“[...] acho essencial mapear os ODS que os alunos têm interesse em desenvolver e depois criar os grupos. Isso facilita a seleção do problema a trabalhar. Também podemos identificar problemáticas que eles vivenciam para criar mais comprometimento. Isso funciona muito bem com alunos que moram em lugares em vulnerabilidade” (U121D11, tradução nossa).
<u>3º Bloco:</u> desenvolvimento de produto.	-Apresentação de vídeos e fotos de casos reais; -Exercícios em grupo interdisciplinares; -Desenvolvimento de modelos e/ou projetos experimentais por alunos, por meio de sessões que estimulem a criatividade; -Revisão de banco de patentes; -Uso de imagens pictográficas e narrativas sociais.	-“Incentivar a identificação de características diferenciadoras da Inovação Frugal e como se manifestam nos produtos, a partir do Estudo de Caso” (U94D4, tradução nossa); -“Questionar os estudantes sobre o que aconteceria se não for feita uma mudança na sociedade e o que aconteceria se os aspectos da Inovação Frugal não são considerados na geração de novos produtos” (U110D7, tradução nossa); -“É importante focar no processo de design, de modo a integrar os elementos necessários para criar um produto frugal” (U87D2, tradução nossa); -“[...] aplico sessões de criatividade, <i>Brainstorming</i> e trabalho em equipes para gerar inovações frugais” (U88D2, tradução nossa); -“Identificar os critérios da Inovação Frugal, por meio de um <i>checklist</i> e buscas de patentes” (U104D6, tradução nossa); -“Utilizo fotos e histórias de pessoas para conscientizar os estudantes sobre o tipo de usuário que irá capturar valor através das suas propostas de produto e serviço” (U118D10, tradução nossa); -“Acho útil apresentar tendências de produtos no mundo, vinculadas aos setores de atuação que os estudantes têm mais interesse. Eu utilizei isso no <i>Frugal Lab</i> com empreendedores e funcionou muito bem” (U120D11, tradução nossa).

(continua)

(conclusão)

Bloco	Dinâmicas	Falas dos entrevistados (excertos)
4º Bloco: interação com o contexto.	-Exercícios em grupos interdisciplinares; -Visitas a comunidades locais ou organizações; -Desenvolvimento e exposição de protótipos; -Desenvolvimento de modelos de negócios; -Realização de <i>Pitch</i>.	-“Motivo os estudantes a que reconheçam o ecossistema empreendedor local e os atores que podem participar no trabalho de campo para formular uma Inovação Frugal. Isso é solicitado como o trabalho final da disciplina” (U95D4, tradução nossa); -“Desenvolver a Inovação Frugal demanda a identificação dos atores estratégicos dos ecossistemas de inovação e empreendedorismo local” (U99D5, tradução nossa); -“Os estudantes devem incorporar seus conhecimentos em seu núcleo social e com produtores locais” (U105D6, tradução nossa); -“[...] identificar as pessoas que podem ajudar a tornar o negócio uma realidade. Identificar os canais de distribuição de última milha” (U83D1, tradução nossa).

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

A categorização em quatro blocos foi realizada seguindo a recomendação de um dos entrevistados. De acordo com ele:

[...] em processos de aprendizagem criativos, como é o caso de ensinar inovação e empreendedorismo frugais, é recomendável dividir o processo em quatro blocos para incluir o perfil empreendedor, processos, produtos e contexto (U108D4, tradução nossa).

O respondente informou que essa rota é inspirada no cientista educacional James Melvin Rhodes que, na década de 1960, apresentou 4Ps que estimulam a criatividade: Pessoa (*Person*), Processo (*Process*), Produto (*Product*) e Ambiente (*Press*).

Três docentes indicaram a leitura de documentos sobre aspectos territoriais, geográficos, históricos, socioculturais, tecnológicos e políticos, assim como dinâmicas de reflexão, fundamentadas no pensamento lateral para identificar e analisar problemáticas locais, sob uma perspectiva crítica de justiça e inclusão. De acordo com Edward de Bono (2002), o pensamento lateral é fundamental para fomentar a geração de ideias originais e potencialmente revolucionárias, de modo a resolver problemas contemporâneos.

“Realizo um aquecimento com atividades de pensamento lateral ou pensamento criativo, anagramas, para que os estudantes pensem fora da caixa, gerar Inovação Frugal demanda isso” (U123D12, tradução nossa).

“Fazemos leituras territoriais para identificar as necessidades das comunidades e vinculamos isso ao currículo” (U130D24, tradução nossa).

[...] estimular os estudantes a terem um pensamento crítico sobre sua realidade local, a partir de discussões em sala de aula sobre documentos que narram as problemáticas do país, para que eles entendam as necessidades como fontes da Inovação Frugal [...] (U106D6, tradução nossa).

Particularmente, um docente salientou a realização dessas leituras como uma forma de estabelecer um precedente nos estudantes, sobre questões de empatia, relações de poder e

cultura. Segundo o entrevistado, esses aspectos interferem na forma de interação e geração de inovações frugais com pessoas da BoP, conforme exemplifica sua fala:

Trabalhamos com pessoas de países em desenvolvimento. Como somos dos Estados Unidos eles nos percebem como pessoas de poder, que sabem tudo, que têm dinheiro e isso torna a dinâmica de interação mais complexa, porque os usuários só falam o que acham que queremos ouvir e não o que realmente eles desejam e precisam. Além disso, o fato de realizarmos as atividades de graça influencia o nosso relacionamento com eles, porque acham que não devem complicar a nossa existência. Por isso, conhecer a sua realidade histórica é muito importante porque é a única ferramenta que nos permite conhecer verdadeiramente o que eles precisam, a partir da construção de relações de confiança e geração de conexão pessoal [...] (U115D9, tradução nossa).

Um respondente ressaltou o imperativo de estabelecer diferenças entre problema e necessidade para entender a causa raiz da situação estudada, em vez de apenas identificar seus sintomas. Isso é importante, pois, segundo o entrevistado, o objetivo é compreender as origens subjacentes da problemática para que se possa projetar soluções frugais úteis aos usuários e conduzidas com ética.

Sempre saliento que é muito importante deixar claro o que uma situação, o que uma necessidade, e o que é um problema [...] essa é a nossa base para entender o que devemos projetar e desenvolver como engenheiros frugais, sem isso podemos cair no erro de estar criando algo para atender apenas os sintomas do problema (U101D6, tradução nossa).

De modo geral, os respondentes apontam algumas alternativas que podem ser utilizadas em sala de aula para aplicação dessas estratégias, de forma a viabilizar uma aprendizagem assertiva dos estudantes, sendo elas: (i) uso de materiais de interesse do estudante; (ii) explicação clara e objetiva do trabalho e das formas de avaliação que serão realizadas; (iii) envolver os estudantes na organização das atividades; (iv) sentá-los em formato de “U” para discussões; e (v) adotar reforçadores positivos (como elogios).

Dois docentes apontaram sugestões que podem ser utilizadas para conformar equipes de trabalho ágeis. Segundo eles, o trabalho em equipe exige da participação de integrantes com diversas habilidades, experiências e formações para estimular sua formação interdisciplinar e enriquecer o processo de geração de soluções e modelos de negócios frugais.

Às vezes, os estudantes que não têm formação em administração ficam apreensivos de gerar modelos de negócios frugais porque é a primeira vez que abordam isso. Por isso, é importante que trabalhem em equipes heterogêneas, para tirá-los da sua zona de conforto (U84D1, tradução nossa).

Solicito que os estudantes criem grupos de trabalho composto por pessoas de diferentes raças, cada grupo deve ter homens e mulheres, devem compartilhar interesses entre eles e ter uma rotina diária complementar para que possam se encontrar após as aulas. Também peço que dividam suas funções conforme as

habilidades de cada pessoa. O líder depende da fase do trabalho, já que cada etapa demanda habilidades diferentes (U100D5, tradução nossa).

Um dos respondentes citou a teoria de formação de equipes, proposta pelo pesquisador Douglass Wilde²⁸, como estratégia adequada para a conformação de equipes projetuais em IF e EF. De acordo com ele: “[...] a *Teamology* permite conformar equipes interdisciplinares de alto desempenho. É uma forma de organizar os estudantes considerando suas habilidades e experiências” (U128D12, tradução nossa).

Ter em sala de aula a participação de empreendedores frugais e docentes externos com experiência em IF e EF foi considerado por quatro entrevistados como um apoio essencial, a fim de favorecer a troca de vivências com os estudantes, fomentar uma aprendizagem interdisciplinar e colaborar com o trabalho do professor regente. Na opinião desses entrevistados, é necessário ter apoio institucional para fomentar essa dinâmica, pois, sem o subsídio institucional, a iniciativa se torna uma tarefa difícil de cumprir.

“O convite de empreendedores e professores nesse campo do conhecimento é difícil devido à falta de casos nacionais [...]” (U96D4, tradução nossa).

Nossa disciplina é realizada com a participação de 5 docentes de diferentes áreas do conhecimento [...]. O objetivo de fazer esse *mix* de professores é capacitar os alunos de forma mais inovadora, em termos do conteúdo, pois, assim, eles recebem informações de diversas disciplinas simultaneamente [...] isso tem nos permitido criar uma matéria com enfoque interdisciplinar (U117D10, tradução nossa).

Convidar professores externos e internacionais é uma atividade interessante e pertinente para a educação do enfoque frugal. Nós já realizamos conferências e *workshops* com quatro docentes internacionais, de forma presencial e à distância, mas a crise da pandemia reduziu os recursos que utilizamos para essas dinâmicas [...]. Ademais, essas atividades demandam tempo e apoio institucional (U113D8, tradução nossa).

Institucionalmente como docente, ensinar a Inovação Frugal tem sido um esforço solitário. Convidei outros professores da universidade a participar das disciplinas, mas acho que eles não têm o mesmo interesse e compromisso com a temática [...] isso pode também estar relacionado com o fato de que ainda não é obrigatório ensiná-la [...] (U112D8, tradução nossa).

Apesar das situações específicas dos entrevistados, eles ainda continuam a apontar essa estratégia como desejável em sala de aula, mesmo que seja necessário trilhar muitos caminhos para contar com a participação efetiva desses atores. Entretanto, é possível observar

²⁸O professor Douglass Wilde, da *Stanford University*, fundamentado na teoria dos tipos psicológicos de Jung, propôs uma classificação de temperamentos e tipos de personalidade dos estudantes para conformar equipes de trabalho competitivos. Conforme o pesquisador, a classificação permite determinar as funções adequadas para cada indivíduo, por meio da identificação de suas habilidades cognitivas e comportamentais naturais (Wilde, 2009).

essa realidade como uma oportunidade para que os membros da RELIF e da REBRIF se aproximem de atividades educacionais e empreendedoras de outros colegas, e explorem seu potencial como sujeitos disseminadores de IF e EF no contexto latino-americano.

7. Concepções docentes acerca dos recursos educacionais para educação de inovação e empreendedorismo frugais

Apresenta-se, nesta categoria, as concepções dos professores sobre recursos educacionais para educação de IF e EF. Manifestaram-se 28 unidades de significado, apresentadas por 19 dos 25 respondentes.

O uso de recursos tecnológicos e físicos, como vídeos, áudios, *sites* educativos e aplicativos, quadros, pincéis, canetas, *post-its*, mesas com *risque-rabisque*, folhas em branco, telas, impressoras 3D, rubricas de trabalho, caderno de projeto, quadrinhos, charges, computador, celular, artigos acadêmicos/não acadêmicos, *blogs*, livros, e o que tiver disponível no ambiente de aula, foram apontados pelos entrevistados como recursos aliados ao fomento de educação. Para eles, a utilização de tais recursos é adequada para proporcionar maior interesse dos discentes pelas temáticas que fundamentam o valor frugal, e, conseqüentemente, pelo processo projetual de soluções frugais.

Para as atividades virtuais, os professores mencionaram utilizar diversas plataformas que permitem criar conteúdo interativo e atrativo, assim como realizar, simultaneamente, diversas ações de forma ágil. Os respondentes elencaram as seguintes: *Zoom®*, *Canvas®*, *Teams®*, *Mentimeter®*, *Moodle®*, *Miro®*, *Genially®* e *WhatsApp®*.

“Usamos o *Teams®* e o *Moodle®*, porque permitem compartilhar arquivos, além de realizar reuniões e apresentações [...], costumo combinar o uso das duas plataformas” (U144D8, tradução nossa).

“Utilizamos *Miro®*, já que permite a interação simultânea e dinâmica com os estudantes e os professores que participam da aula. Navegar na plataforma é muito fácil” (U147D10, tradução nossa).

“Permito o uso de celulares para captar sua atenção. Por exemplo, gero dinâmicas no *Mentimeter®*, assim, os estudantes podem escanear códigos e participar das atividades através do celular durante as aulas” (U131D1, tradução nossa).

“Utilizo *Genially®* para que os estudantes criem seus projetos digitais. Permite criar conteúdo divertido e chamativo” (U157D24, tradução nossa).

Além desses recursos virtuais, os entrevistados sugeriram o uso de recursos de apoio disponibilizados pela RELIF em diferentes plataformas virtuais, tais como: (i) EDx – MOOC “*Innovación Frugal – soluciones sostenibles con los recursos a tu alcance*”; (ii) Spotify® – *Podcast Onda Frugal*; e (iii) site oficial da rede – material de leitura. Segundo os respondentes, esses instrumentos são idôneos para incentivar uma aprendizagem mais próxima da realidade latino-americana, já que apresentam informações e casos desse território.

Como recursos para medição do processo de aprendizagem, os docentes indicaram os seguintes: resenhas acadêmicas, ensaios sobre a experiência educativa, planos de negócios, diagramas, infográficos, vídeos, áudios, fotos, mapas mentais, encenação, desenhos, *slides*, protótipos, manuais técnicos e do usuário, e projetos teórico-práticos para fins de conclusão da disciplina. De acordo com 2 entrevistados, possuir um conjunto diversificado de alternativas de evidências de aprendizagem é importante para construir atividades dinâmicas, além de incentivar o desenvolvimento de várias competências.

O uso de diversos resultados de aprendizagem permite que os alunos não sintam que a matéria é monótona e fomenta diferentes competências pessoais e profissionais. Peço que entreguem resenhas, infográficos, vídeos, áudios, *slides*, e materiais que comprovem sua participação em eventos locais (U133D1, tradução nossa).

A representação de ideias por meio de diversos formatos permite que os estudantes apropriem os conceitos de forma interativa e divertida, além de conscientizá-los no seu poder de criação e estimular diversas formas de expressão [...]. Isso fornece liberdade de entendimento do que foi visto em aula (U141D7, tradução nossa).

A entrega de protótipos físicos e digitais foi a evidência de aprendizagem mais citada pelos entrevistados. Em total, 20 docentes indicaram o desenvolvimento de protótipos como uma opção muito adequada para constatar o aprendizado dos discentes. Para os respondentes, a prototipagem permite aos estudantes explorar a sua criatividade e retratar seus entendimentos sobre as características de um produto frugal e os materiais locais que devem ser considerados para entregar valor para mais pessoas. Particularmente, a prototipagem digital foi apontada por dois docentes como o formato mais adequado para reduzir custos e agilizar processos.

“Peço aos estudantes que transformem suas ideias em um protótipo digital. Isso lhes permite ter consciência de que podem gerar modelos digitais otimizados [...]” (U158D25, tradução nossa).

A prototipagem digital é uma vantagem porque permite que os processos sejam mais econômicos, gastem menos recursos, melhorem o acesso aos produtos necessários dentro dos processos [...] também ajuda a produzir processos mais rapidamente (U156D23, tradução nossa).

Cinco docentes indicaram também a relevância de lembrar aos estudantes que o importante é seu processo de aprendizagem e que os seus protótipos não precisam ser produtos totalmente novos, mas feitos com materiais renováveis locais. Uma vez que a IF busca o redesenho e/ou reconfiguração de soluções existentes, por meio da reutilização de insumos disponíveis na região (Bhatti *et al.*, 2018), os estudantes devem dar ênfase ao processo de apropriação criativo e recursivo de soluções e materiais existentes para atender ao perfil e ao contexto do usuário selecionado no seu projeto.

“A Inovação Frugal é uma alternativa às coisas que já existem [...] é importante fazer uma comparação entre as características do produto normal e o protótipo proposto que transforma esse produto” (U153D17, tradução nossa).

“Para criar um produto frugal você não precisa começar do zero e sim se inspirar no que já existe para fazer uma adaptação local” (U132D11, tradução nossa).

O processo de aprendizagem e transformação é vital, então, na educação de inovação e empreendedorismo frugais o importante é o processo e não necessariamente o resultado. [...] os estudantes devem iniciar a partir de produtos existentes e fazer uma nova versão com recursos disponíveis para que seja mais barato (U150D14).

Eu sempre falo aos meus estudantes que eles não têm que inventar a roda, só demonstrar que ela gira. Também peço que utilizem materiais renováveis [...] é importante utilizar materiais que sejam de fácil acesso para a comunidade que vai usar a solução (U155D20).

Devem entregar um protótipo, porque o verdadeiro objetivo é chegar a uma solução tangível para que o usuário possa se beneficiar dela. Mas os estudantes não precisam encontrar o fio preto, eles podem fazer uma adaptação ou integração de uma tecnologia existente para criar o protótipo frugal (U140D6, tradução nossa).

8. Concepções docentes acerca de ferramentas, métodos e abordagens para geração de soluções frugais

Nesta categoria, são expostas as ferramentas, métodos e abordagens projetuais que podem ser empregadas durante as aulas para geração de soluções frugais. Foram consideradas 17 unidades de significado, mencionadas por 13 dos 25 entrevistados.

Os respondentes elencaram os seguintes instrumentos de processo criativo: Persona, Mapa da Empatia, Desafio Estratégico, 5 porquês, E se?, Análise Funcional, Análise de Tarefa, Jornada do Usuário, Mapa dos *Stakeholders*, *Blueprint*, *Role-playing*, Fabricação Aditiva (ou impressão 3D), Diagrama de Afinidades, *Lean Canvas* Frugal, *Business Model Navigator*, Diagrama de Gantt, *How Might We?*, *Storytelling* – fundamentado em “o herói de

mil faces” de Campbell (2007) –, *Storyboard*, *LEGO® Serious Play®*, entrevistadas individuais e grupais, e imersão em campo. Esses instrumentos são considerados pelos docentes como adequados para estimular a identificação do contexto de estudo e visualizar necessidades, assim como traçar as ações para a reconfiguração de soluções existentes, através da perspectiva frugal.

Um entrevistado salienta que o uso dessas ferramentas deve estar focado na oportunidade de “aprender fazendo” para fortalecer a resiliência dos estudantes em processo projetuais:

O uso dessas ferramentas deve estar focado na oportunidade de errar, e isso deve ser explicado desde o início para evitar receios nas entregas e apreensões com críticas durante o processo. Eu sempre digo a eles que devemos confiar no processo, porque vamos aprender e entender ao longo do caminho, então, não há nada bom ou ruim, simplesmente são resultados (U163D11, tradução nossa).

Particularmente, a impressão 3D ou fabricação aditiva foi apontada por 4 docentes como método necessário nas aulas em IF e EF que contemplam a geração de protótipos frugais. Para esses entrevistados, essa forma de fabricação permite explorar a criatividade dos estudantes, bem como fomentar a tangibilização de objetos físicos sem gastar muito dinheiro, a partir de modelos digitais.

“A impressão 3D não é algo novo, mas abrange cada vez mais setores da indústria, desde micro e macro atividades. Então, representa uma ótima opção para geração de protótipos frugais” (U175D25, tradução nossa).

“Recomendo utilizar a impressão 3D para produzir uma primeira versão do produto e fazer correções agilmente” (U174D23, tradução nossa).

“O cérebro guarda memória tangível [...] a impressão 3D ajuda a direcionar para aquilo que você quer” (U169D14).

Além dessas ferramentas, uma docente mencionou como satisfatório o *mix* do método TRIZ e da Escala de Prontidão Tecnológica (*Technology Readiness Level* – TRL em inglês) em processos de aprendizagem que utilizam como percurso prático o *Design Thinking*. Segundo ela, essa combinação permite estimular a geração de resultados ligados aos objetivos da disciplina. As contribuições dessa combinação são ilustradas no seu depoimento:

O uso do TRIZ com o *Design Thinking* permite criar um *match* mágico para trabalhar com desafios e gerar características únicas e mais complexas em produtos e serviços com enfoque frugal [...]. Ademais, usamos a *Technology Readiness Levels* para incentivar o desenvolvimento de soluções de nível 2 e 3, e assim obter ideias que tenham algum grau de tangibilidade, o que nos permite pensar em um protótipo, mesmo que seja em baixíssima resolução (U162D10, tradução nossa).

Outra entrevistada relata que, a partir das suas práticas experimentais em educação de IF e EF, identificou como oportuna a utilização conjunta do *Design Thinking* e do *Lean Canvas* para projetar modelos de negócios frugais. Conforme a docente:

[...] há um modelo de *Lean Canvas* com enfoque frugal. Ele surgiu a partir de nossos grupos focais com os estudantes. Ele é bem prático e permite incluir todas as características da Inovação Frugal em um plano de negócio, em processos de que utilizam a rota do *Design Thinking* (U160D5, tradução nossa).

Essa perspectiva está em consonância com os achados da literatura. De acordo com Wohlfart *et al.* (2018), o *Lean Canvas* é uma ferramenta ágil que, quando utilizada na trajetória projetual do *Design Thinking*, permite validar ideias e desenvolver modelos de negócios inovadores e sustentáveis com enfoque frugal.

Outro docente indicou como favorável o uso do *Business Model Navigator*, pois fornece uma imagem holística de como um empreendimento cria e captura valor frugal. De acordo com ele:

[...] o *Business Model Navigator* é uma ferramenta que permite responder 4 perguntas específicas: quem (usuário), o quê (proposta de valor), como (cadeia de valor) e por quê (modelo de receita). Acho ela ótima para criar, de forma ágil, modelos de negócio mais inovadores que podem passar rapidamente para a fase de prototipagem (U165D11, tradução nossa).

Ainda, o mesmo docente, sinalizou o uso do HCD como efetivo para dinâmicas educacionais flexíveis e empáticas em IF e EF. Segundo o docente, as etapas dessa abordagem permitem a geração e validação de ideias de produtos frugais, de forma ágil, sem perder de vista as necessidades dos estudantes e do usuário final.

Se você não tiver um espaço curricular amplo para as aulas ou as oficinas de Inovação Frugal, pode utilizar as etapas do *Human-Centered Design* que são 3, em vez dos 5 passos do *Design Thinking* [...]. Assim agregará flexibilidade a suas propostas educacionais, já que pode criar uma disciplina de 5 meses ou simplesmente ministrar uma oficina de 30 horas com sessões específicas. Tudo isso irá depender do perfil do aluno, do tempo disponível, dos objetivos traçados em cada etapa e das ferramentas utilizadas ao longo do percurso para atender ao usuário final [...] (U166D4, tradução nossa).

De modo geral, percebe-se que os respondentes utilizam, principalmente, instrumentos de projeto e criatividade, de forma combinada. Contudo, observa-se, na maioria das entrevistas, a ausência de exercícios participativos que promovam a reflexão no que diz respeito, especificamente, à seleção e uso dessas ferramentas junto aos integrantes do processo projetual. Mesmo que esses instrumentos permitem mapear aspectos socioculturais, geográficos e técnicos de soluções existentes, é necessário realizar um exercício projetual contextualizado que inclua a perspectivas dos participantes, para alcançar resultados emancipatórios tangíveis

no desenvolvimento e na aprendizagem de IF e EF, conforme apontam Upadhyay e Puneekar (2023). Para esses autores, é necessário realizar uma dinâmica inclusiva para reduzir restrições sociais e de poder na geração de soluções frugais.

9. Concepções docentes acerca das competências específicas de processos de educação em inovação e empreendedorismo frugais

Neste tópico, apresenta-se as concepções dos docentes entrevistados a respeito das competências que são estimuladas em processos de educação em IF e EF. Neste estudo, entende-se competência como a capacidade do estudante de agir eficazmente para resolver uma determinada situação-problema, apoiado em recursos cognitivos, saberes, atitudes, informações e valores, de maneira rápida, criativa e conexa. Ela surge por meio da aprendizagem desenvolvida, pelo qual é construída e adquirida (Perrenoud, 1999).

No Quadro 38, destacam-se as concepções apontadas pelos entrevistados. Em total, a categoria apresenta 34 unidades de significado, mencionadas por 15 dos 25 respondentes.

Quadro 38 – Concepções sobre competências específicas do processo de educação em IF e EF

Conceição de competências	Falas dos entrevistados (excertos)
Empatia para <i>codesign</i> .	-“É importante que os estudantes entendam que sua percepção não é a mesma daqueles que experimentam as necessidades. [...] Os estudantes devem explorar os sentidos e descobrir o outro, para quebrar preconceitos sobre a realidade” (U192D7, tradução nossa); -“O estudante deve sentir que pode se equivocar e pensar de forma diferente para permitir esse respeito e diversidade no outro” (U193D7, tradução nossa); -“Fazer Inovação Frugal exige conhecer o núcleo social dos usuários que irão utilizar essa inovação, e isso envolve a emoção dos alunos para que eles tenham um motor de desenvolvimento e possam dar continuidade à solução. Eles devem ser convidados a reconhecer as necessidades dos seus bairros e as aspirações dos universitários locais” (U190D6, tradução nossa); -“Os estudantes devem adquirir um compromisso humanista durante o desenvolvimento de projetos da Inovação Frugal” (U195D8, tradução nossa); -“Não basta apenas identificar o usuário, é preciso entender o que o machuca, o que gosta, o que o incomoda, o que o apaixona. É por isso que os estudantes devem primeiro entender o problema antes de tentar resolvê-lo” (U199D10, tradução nossa); -“O estudante deve compreender plenamente as experiências dos outros, para codesenhar a Inovação Frugal, incluindo a participação das pessoas que vivenciam o problema” (U183D5, tradução nossa); -“É muito importante que os estudantes analisem e interpretem o usuário e o seu contexto para entender essa realidade como fonte de informação para a tomada de decisão com enfoque frugal” (U203D11, tradução nossa); -“É vital se colocar no lugar do outro e prestar atenção ao contexto e ao usuário, isso exige empatia” (U207D17, tradução nossa).
Percepção e observação ativa.	-“A escuta ativa e a observação são essenciais. Eu faço atividades para estimular isso nos estudantes. Por exemplo, peço a eles que caminhem pela universidade com um <i>checklist</i> para que possam observar e sair da normalidade, e perceber que a realidade é relativa e assim geram opiniões diferentes [...]. Nossas referências de vida determinam nossa visão do presente. Os objetos não são iguais para todos” (U194D7, tradução nossa).

(continua)

(conclusão)

Conceição de competências	Falas dos entrevistados (excertos)
Comunicação assertiva.	–“O estudante deve aprender a apresentar ideias e conceitos de modelos de negócio de forma clara e convincente, captando o interesse e a confiança de quem ouve o projeto. Eles devem reconhecer-se como empreendedores, devem saber fazer <i>Pitch</i> e se colocar como o protagonista. O público deve entender que as suas ideias de negócio não andam sem eles” (U176D1, tradução nossa); –“Os estudantes devem aprender a se comunicar com pessoas de diferentes países, culturas, crenças e formações. Devem ser capazes de criar conexões de confiança, manter uma conversação e realizar perguntas pertinentes ao assunto da Inovação Frugal” (U197D9, tradução nossa); –“Os estudantes devem ser capazes de transmitir claramente suas ideias de negócio, tanto para as comunidades quanto para as empresas e outros atores da sociedade. Então, o tempo todo exigimos apresentações orais com diferentes critérios de avaliação, tais como tempo, tom da voz, pertinência das informações e uso do espaço” (U200D10, tradução nossa).
Pensamento crítico.	–“O aluno deve questionar a realidade ao seu redor, o que aconteceria se fizesse isto ou aquilo, o que seria essencial nesse atuar [...]. As aulas não devem se tornar uma transmissão de conhecimento, mas sim co-construir esse conhecimento, e para isso o pensamento crítico é fundamental [...]” (U181D4, tradução nossa).
Recursividade.	–“No final do caminho, o objetivo é que os estudantes entendam que a Inovação Frugal visa a otimização de recursos, fazer melhor com menos recursos. Isso demanda que os estudantes aprendam a resolver e/ou reconsiderar efetivamente situações, processos ou produtos com os recursos disponíveis no contexto, indo além do óbvio” (U184D5, tradução nossa); –“A recursividade pode ser estimulada na vida cotidiana dos alunos, nas suas atividades do seu dia-a-dia, na sua empresa, no seu trabalho” (U185D5, tradução nossa).
Criatividade.	–“Estimular a criatividade para gerar produtos frugais” (U180D3, tradução nossa); –“Estimular a criatividade para gerar novas ideias e combinar recursos de maneiras não convencionais” (U209D14).
Visão sistêmica.	–“A abordagem sistemática permite detalhar o passo a passo para a geração da Inovação Frugal e selecionar os critérios que mais se adequam aos aspectos culturais locais, e também identificar os seus impactos no planeta” (U178D2, tradução nossa); –“Os estudantes devem identificar as causas fundamentais de um problema, seus padrões e pontos de alavancagem, para mudar positivamente a dinâmica do sistema” (U186D5, tradução nossa); –“É necessário fomentar a aprendizagem na criação e na gestão de mudanças sistêmicas, com ajuda de equipes interdisciplinares para fomentar o triplo impacto da Inovação Frugal” (U204D11, tradução nossa).
Tomada de decisões em contextos com restrições.	–“Os estudantes devem ser capazes de propor uma estratégia para adaptar localmente uma Inovação Frugal, tanto em produto quanto em modelo de negócios [...] eles devem decidir o que fazer para que um produto local se torne numa Inovação Frugal, levando em conta as restrições de recursos e aspectos socioambientais do nosso contexto” (U182D4, tradução nossa).
Resolução de desafios e dilemas éticos/políticos contemporâneos.	–“É importante identificar e analisar o que está acontecendo em nosso contexto, para dar sentido ao tratado nas aulas e construir uma mentalidade frugal a partir desse ponto de vista” (U187D5, tradução nossa); –“É importante pensar na ética e no propósito da solução frugal, pois inclui aspectos sociais e ambientais e, acima de tudo, respeitar e atender a qualidade de vida do usuário” (U188D5, tradução nossa); –“É vital relacionar a atividade empreendedora com práticas éticas de negócios que contribuam para o desenvolvimento de valor com a comunidade atendida” (U177D1, tradução nossa); –“Os estudantes devem conhecer a agenda regional e as políticas locais para gerar <i>insights</i> sobre sua realidade” (U191D6, tradução nossa).
Construção de relações interdisciplinares.	–“Os estudantes devem construir e materializar propostas, em comunicação, complementaridade e cooperação com pessoas de diferentes disciplinas ou competências úteis para um projeto comum” (U189D5, tradução nossa); –“A construção de relações com pessoas de diferentes formações permite que os estudantes tenham diversos pontos de vista da realidade e formulem soluções com mais impacto para a sociedade e o planeta” (U201D10, tradução nossa).
Uso de TICs.	–“Uma das competências genéricas que devem ser fomentadas em projetos de Inovação Frugal é a competência digital [...] há coisas que já foram desenvolvidas em outros lugares, então os estudantes devem identificar digitalmente o que existe e se inspirar. Eles podem até desenvolver manuais de usuário e técnicos com ferramentas digitais. Isso pode ajudar a criar manuais esteticamente atraentes, sem muito texto e mais amigáveis” (U196D8, tradução nossa); –“Hoje as habilidades digitais são essenciais para qualquer estudante, sobretudo, em processos de desenho” (U202D10, tradução nossa).

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

As competências expostas anteriormente possuem relação com as capacidades educacionais promovidas pela *Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)*²⁹ – por meio da ISO 9001:2015³⁰ –, e visam a formação de profissionais para o século XXI. Com isso, pode-se inferir que as dinâmicas pedagógicas em IF e EF alinham-se às demandas dos processos pedagógicos contemporâneos. Parafraseando O'Neill *et al.* (2012, p. 111), ao dizer que a IF: “*will soon be an indispensable cornerstone of the best global engineering curricula*”, e pelas competências relatadas pelos respondentes, percebe-se que a educação do valor frugal representa uma vantagem, tanto para as IES quanto para os usuários finais.

Seguindo essa argumentação e as informações citadas no Quadro 38, percebe-se que, os docentes entrevistados, dão prioridade a *soft skills* na educação de IF e EF. Para eles, é necessário ir além das competências técnicas, pois o valor frugal não surge só na indústria, mas também nas comunidades mais vulneráveis da sociedade. Dois docentes salientam as contribuições dessas competências para uma formação integral dos estudantes:

“[...] formamos os estudantes, sob uma perspectiva holística, então as competências de ser inovador e empreendedor frugal devem estar fundamentadas em 5 C: Consciente, Competente, Compassivo, Comprometido e Colaborativo” (U206D15, tradução nossa).

[...] investigar, conversar, interagir e empatizar com o usuário, extrair as informações necessárias para co-construir o produto e identificar os pontos problemáticos, de modo a projetar de acordo com essas necessidades, pois o objetivo é resolver para as pessoas e não para o problema. Os estudantes devem se questionar como suas habilidades podem ajudar a sociedade, não apenas a indústria. Para isso utilizamos a pedagogia inaciana, estimulamos habilidades técnicas, consciência ética e espiritual, e compaixão (U198D9, tradução nossa).

10. Concepções docentes acerca da interação com a sociedade para atividades educacionais de inovação e empreendedorismo frugais

Estão reunidas, nesta unidade, as concepções docentes sobre a interação com a sociedade para atividades educacionais de IF e EF. Em outras palavras, os entrevistados buscaram discutir a forma como deve ser abordada a ação projetual com comunidades locais e

²⁹ A ABET é uma organização não governamental e sem fins lucrativos dedicada ao credenciamento de programas universitários ou de ensino superior em Ciências Aplicadas, Ciência da Computação, Engenharia e Tecnologia (ABET, 2021).

³⁰ A ISO 9001 trata do sistema de gestão da qualidade para instituições educacionais e inclui o desenho do currículo, resultados de aprendizagem, satisfação interna e externa de professores, alunos e famílias, bem como o seu impacto por medições externas de desempenho. Mais informações em: <https://isoupdate.com/general/the-contribution-of-iso-9001-quality-management-system-to-educational-institutions/>. Acesso em: 04 set. 2024.

outros atores do ecossistema de empreendimento e inovação nacional. Destacam-se, aqui, 24 unidades de análise pautadas por 10 dos 25 professores entrevistados.

Os docentes sustentam que a realização de atividades de imersão em campo em comunidades e organizações é essencial para a aplicação do aprendido durante as aulas. Segundo eles, a interação dinâmica entre o discente e seu ambiente, incluindo universidade, indivíduos da BoP, empreendedores e a sociedade em geral, traz contribuições positivas, pois permite estabelecer conexões culturais situadas e desenvolver um raciocínio crítico e empático dos discentes com problemáticas locais. Essa colocação enfatiza a importância de criar ambientes de aprendizagem inclusivos que reconheçam e valorizem as influências contextuais sobre o desenvolvimento e a aprendizagem dos estudantes para geração de soluções frugais sustentáveis.

“[...] a interação com o contexto local permite que os alunos desenvolvam a sua capacidade de ler seu ambiente, compreender suas comunidades e suas necessidades, para poder desenvolver soluções a problemáticas territoriais” (U233D22, tradução nossa).

Descobrir o outro e respeitar o outro, criar uma conexão real em comunidade, tudo isso faz parte de ensinar a Inovação Frugal. Reconhecer os aspectos sociais e culturais é muito importante para formular uma solução que realmente o usuário possa utilizar e que atenda seu estilo de vida. Não adianta de nada criar algo que o usuário vai ter vergonha de usar por questões de *status*, ou que não vai saber como usar. Os estudantes devem entender diferentes realidades para aprender a valorizar a vida do outro, entender nos prepara para respeitar (U216D7, tradução nossa).

Os estudantes devem ter a opção de realizar uma imersão em uma área geográfica específica para identificar necessidades e prototipar [...]. Eu incentivo os estudantes a trabalharem com o ecossistema local, através de programas de mentoria, ou editais públicos com foco socioambiental. Os atores também são convidados a participarem de exposições de projetos finais da disciplina e, assim, os estudantes podem receber seus *feedbacks* (U213D5, tradução nossa).

Sendo uma universidade localizada no Vale do Silício, a maior dificuldade é conseguir que os alunos saiam da sua bolha e do que acham que é “normal”, para ver uma realidade totalmente diferente [...] Muitos dos nossos alunos são pessoas muito privilegiadas e isso faz com que seja difícil para eles entenderem como é desenvolver um produto para um mercado emergente. Eles têm dificuldade em entender que \$3 dólares podem fazer uma grande diferença para uma comunidade rural [...] (U220D9, tradução nossa).

O *codesign* de soluções frugais com a BoP local foi apontado por 5 respondentes como um aspecto imperioso na educação de IF e EF. De acordo com os docentes, as dinâmicas projetuais com e para esses indivíduos determina o sucesso das soluções desenvolvidas. Isso porque, segundo uma docente: “[...] eles têm que se sentir protagonistas do processo” (U232D20). Protagonismo esse, que demanda a inclusão da BoP nas etapas de ideação, desenvolvimento, implementação e manutenção de inovações frugais, para que eles se

reconheçam como geradores de conhecimento crítico e como sujeitos transformadores da sua própria história e da realidade que os cerca (Upadhyay; Punekar, 2023; Jagtap, 2021; Brem *et al.*, 2020).

Conforme Castillo *et al.* (2012), essa dinâmica permite atender às reais necessidades de pessoas da BoP e desenvolver uma dinâmica de aprendizagem para todos os participantes do processo. Nesse sentido, as ações educativas em IF e EF comungam com atividades pedagógicas inclusivas, na qual todos os envolvidos, independentemente de quaisquer características que possuam, podem aprender, e, isso depende dos recursos, ferramentas e tarefas que são propostos a eles, para determinar dita participação.

“Trabalhar juntos e entender que o conhecimento deles é diferente, que às vezes precisa passar pelo filtro, mas é um conhecimento que precisa ser acolhido e valorizado” (U226D19).

“Ninguém conhece melhor a problemática do que a própria comunidade que a vivencia [...] treinar aos seus membros para que participem do processo de gerar a Inovação Frugal é vital para aumentar a possibilidade de sucesso do projeto” (U224D18, tradução nossa).

O *codesign* é fundamental, se vocês chegarem lá com uma solução pronta sem eles não dá certo [...]. A ideia tem que vir deles, porque, às vezes o problema é muito mais complexo do que a gente pensa, e são eles que conhecem a realidade [...] só falta alguém fazer gestão disso ou mesmo ter os recursos, porque eles já te falam deve ser assim ou assado, eles já têm tudo na cabeça (U228D20).

Ninguém precisa ser um gênio, já existem soluções no mundo só que as pessoas da Base da Pirâmide não têm acesso a essas informações [...]. Então, aí é que a gente tem que ajudar, fazer a ponte entre a fonte de conhecimento e a necessidade de conhecimento (U229D20).

Para expandir essa participação, um docente recomenda ter nas atividades de *codesign* um psicopedagogo ou um psicólogo que deve ser fornecido pela universidade. Na opinião do entrevistado, ter apoio desses especialistas favorece a interação entre a comunidade-estudantes-docente, pois permite selecionar e aplicar adequadamente ferramentas empáticas. Ademais, permite realizar um processo de aproximação assertivo com as comunidades, para entender as suas realidades de forma respeitosa e neutra.

Temos a participação de psicólogos universitários para definir a abordagem das entrevistas de campo. Já tivemos uma situação de estresse pós-traumático por causa de uma problemática socioambiental que aconteceu na comunidade estudada [...] utilizamos ferramentas psicológicas, com acompanhamento de especialistas na área. A universidade nos apoia muito nessas atividades e nos fornece recursos (U225D18, tradução nossa).

Embora o *codesign* seja vital para implementar os conhecimentos adquiridos durante as aulas e gerar soluções adequadas para os usuários, questões desfavoráveis ao trabalho em

comunidade, resultantes do contexto socioeconômico e das mazelas associadas à falta de segurança e democratização do acesso a recursos de toda ordem na sociedade latino-americana, têm refletido num pequeno receio nessa atividade pedagógica e social.

“A insegurança social tem sido uma barreira para incentivar a criação de projetos sociais” (U211D1, tradução nossa).

A imersão em campo é importante, mas foi desacelerada por motivos de segurança local. A crise econômica e social do país está tornando difícil realizar algumas atividades. Já tivemos experiências complicadas com estudantes que estavam realizando visitas de campo em uma comunidade indígena local (U214D5, tradução nossa).

Como forma de resolver essas situações, quatro docentes sugerem ter um aliado social dentro das comunidades, para estabelecer um canal de comunicação seguro e constante entre essas populações e a universidade. Para elas, esses indivíduos são fundamentais para criar laços de confiança, aprender com eles e obter retroalimentação real sobre os artefatos frugais desenvolvidos.

O maior desafio é criar uma relação de confiança com a comunidade [...], tem que ter alguém para fazer a intermediação com a comunidade [...] alguém que tenha força na comunidade, que a comunidade acredite nele e que eles acreditem na gente. Então, o problema deve ser resolvido com eles e estar sempre envolvidos com a liderança da comunidade (U230D20).

[...] sugiro ter um contato confiável dentro das comunidades para facilitar o processo. Nós aproveitamos os convênios que tínhamos com os agentes responsáveis pelo Programa de Economia Social do Município de Puebla, assim conseguimos selecionar as melhores áreas de trabalho e conseguimos apoio institucional. Isso também facilitou a entrega dos protótipos e dos manuais para os usuários (U218D8, tradução nossa).

Nós já tiramos muitos ensinamentos com a comunidade [...] eles deram uma lição na gente, porque nós não estávamos conseguindo extrair um recurso, e nós achávamos que nosso equipamento não servia para nada, aí eles explicaram o que estava acontecendo [...] (U227D19).

É importante identificar e interagir com o líder social da comunidade em diferentes espaços sociais, em reuniões comunitárias, parques, lojas ou associações que já participam ativamente da comunidade. Isso permite identificar seu poder na comunidade e obter dados relevantes (U223D18, tradução nossa).

Particularmente, uma docente, indica que, caso não seja possível realizar as visitas de campo, uma saída para essa situação é convidar populações da BoP durante as aulas, para que os estudantes possam conhecer outros pontos de vista sobre as realidades comunitárias locais. Segundo ela: “[...] o processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais deve ser uma experiência o mais situada possível” (U212D5, tradução nossa). Desse modo, a docente

faz um convite a sair da zona de conforto e explorar os recursos institucionais disponíveis para instigar a interação com a sociedade civil.

Durante as aulas, convidamos pessoas que mantêm limpo o *campus* da universidade, os jardineiros, o pessoal da central de atendimento, os que lavam carros. Isso permite conhecer diferentes perspectivas de vida e de uso das coisas, além de incentivar a identidade institucional (U215D5, tradução nossa).

Por fim, duas docentes recomendam realizar as atividades projetuais com a BoP durante vários semestres. De acordo com elas, trabalhar as atividades durante dois ou três semestres permite dar continuidade aos trabalhos e consolidar conhecimentos dos estudantes.

“Fazemos o processo de educação por dois semestres para depois entregar um protótipo que envolvesse biotecnologia, mas de baixo custo, com características frugais. Isso dá mais tempo aos estudantes para consolidar suas ideias” (U231D20).

[...] espero que você consiga descobrir como vincular a disciplina em diferentes semestres para realizar projetos mais longos. Há estudantes que não continuam nos projetos porque não se sentem tão inovadores, ou não acham tão bonito o que fazem, mas, talvez, o que eles precisam é de mais tempo para fortalecer suas ideias. Por isso, temos um espaço curricular chamado “Área de Síntese e Avaliação”, que é desenvolvido durante três semestres por meio de três disciplinas, com estudantes de graduação da Engenharia (U219D8, tradução nossa).

11. Concepções docentes acerca do perfil do professor regente do processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais

Nesta categoria, serão discutidas concepções dos docentes entrevistados acerca do perfil do professor regente do processo de educação em IF e EF. O questionário da entrevista não deu direcionamento prévio e mais explícito para que os entrevistados discursassem acerca dessa temática. Entretanto, ela apareceu em 32 unidades de significado, reveladas por 17 dos 25 entrevistados.

De acordo com os respondentes, os docentes de IF e EF devem possuir uma série de habilidades para desenvolver um processo pedagógico flexível, inclusivo e diversificado, que fomenta não só uma ampla reflexão sobre os conceitos e características das soluções frugais, mas também a construção ativa dos estudantes de seu conhecimento, por meio da interação com os outros e com a sociedade. Neste estudo, entende-se habilidade como a capacidade do indivíduo de mobilizar saberes e capacidades, para resolver uma situação-problema da vida real, de forma exitosa, a partir do conhecimento que já possui (Perrenoud, 1999).

Dois docentes indicaram a paciência e saber lidar com erros como habilidades necessárias para planejar e implementar planos educacionais em IF e EF. Conforme os entrevistados, nem todos os processos educacionais são passíveis de serem mapeados e

sistematizados de forma imediata e, mesmo que mapeados, não se espera que todas as ações transcorram de forma linear. Desse modo, é imperativo que o docente frugal tenha uma visão aberta à tentativa/erro, para que continuem confiando e aprendendo do processo.

“Tenha paciência, você irá aprender durante o processo e será muito bom e gratificante” (U240D8, tradução nossa).

“Devemos aprender durante o processo de erro, *learning by doing*” (U254D21).

“É importante ter paciência e estabelecer uma segurança psicológica no ambiente de ensino para que os estudantes possam se expressar. Não existe ideia errada ou ruim” (U245D14).

“Tenha paciência, é possível que o aluno não consiga compreender 100% a Inovação Frugal. O importante é implantar sementes do enfoque frugal, assim o aluno irá sair da disciplina com outra perspectiva do mundo” (U234D1, tradução nossa).

A paciência também foi salientada pelos respondentes, em termos do pouco conhecimento que ainda há sobre a palavra frugal, considerada, por vezes, como algo simples e de pouca qualidade³¹. Essa situação pode levar a que muitos estudantes demorem mais em identificar as diferenças entre a IF e a gambiarra, e outros tipos de inovação que geram impacto social. Para evitar isso, os docentes sugerem apresentar claramente os conceitos, as características e caso reais dessa inovação.

“Para facilitar a transmissão do conceito da Inovação Frugal é importante criar fronteiras entre conceitos de diversos tipos de inovação que possuem relação com o enfoque frugal” (U235D2, tradução nossa).

“Diferenciar gambiarra de Inovação Frugal [...] até na academia as pessoas acham que Inovação Frugal é a gambiarra, é não, ela é o topo das inovações emergentes, que envolve Engenharia e desenvolvimento tecnológico” (U255D21).

Outros docentes apontaram a recursividade e a resiliência como habilidades essenciais do docente de IF e EF. Três respondentes mencionaram o imperativo de se adequar aos recursos disponíveis na sala de aula, pois, em se tratando de processos de educação, não necessariamente todos os cenários universitários têm a posse dos mesmos recursos, infraestrutura e tipo de estudante, nem o mesmo apoio institucional. Contudo, essa situação não deve ser vista pelo

³¹ Conforme Soni e Krishnan (2014) e Brem (2017), o termo “frugal” é frequentemente mal utilizado como adjetivo de baixa qualidade, ou algo que carece de profundidade, devido a percepções de economia de custos. Entretanto, a crescente popularidade da IF tem permitido a evolução da definição desse termo, passando de “poupança ou economia em relação a dinheiro ou comida” para “cuidadoso ou parcimonioso no uso de alimentos, bens, etc.” (Oxford English Dictionary, 2025).

docente frugal como uma barreira e sim como uma forma de superar a adversidade, por meio da frugalidade.

“[...] a Inovação Frugal não nasce no gostosinho, não nasce no confortável [...] se você quiser criar uma inovação boa, vê com o que você está muito bravo e pensa como resolver isso” (U258D21).

Temos o desafio de nos adaptar a determinadas situações, por exemplo, não é comum que numa universidade os professores tenham alunos que não sabem usar um computador [...] é algo que você pensa que eles deveriam saber, mas, ao mesmo tempo, você se questiona por que eles deveriam estar preparados para isso (U261D24, tradução nossa).

[...] aqui nos Estados Unidos, temos uma sala gigante para dinâmicas grupais, o lugar possui mesas com risque-rabisque e telas que facilitam o desenvolvimento das atividades de ideação e socialização, mas, quando fui ao México não vi isso, então utilizamos apenas papel. O importante é dominar a dinâmica de ensino e se adaptar ao que tiver no ambiente (U243D9, tradução nossa).

Seguindo as anteriores concepções, e parafraseando Freire (2019) ao dizer: “[...] é importante que os alunos percebam o esforço que faz o professor ou a professora procurando sua coerência, [...] a coerência entre o que digo, o que escrevo e o que faço” (p. 101), pois sem ela “[...] aquele saber vira inautêntico, palavreado, vazio e inoperante [...]” (p. 61); pode-se deduzir que, a frugalidade deve ser tida como uma filosofia de vida por parte do docente para transmitir o verdadeiro valor da IF e do EF aos estudantes e exemplificar suas contribuições, ao ser ele mesmo um sujeito de inspiração prática. Essa argumentação também é sustentada por uma docente. De acordo com ela: “[...] o professor deve ser um exemplo de uso da perspectiva frugal na sua vida e nas atividades em aula” (U236D5, tradução nossa).

Em termos dos conhecimentos para o desenho/aplicação de atividades pedagógicas e projetuais em IF e EF, quatro docentes apontaram como essencial ter experiência acadêmica prévia em inovação, empreendedorismo e projetos, assim como experiência empresarial. O que se percebe embutido nas falas dos docentes é que, para a geração de soluções frugais, esses conhecimentos teóricos e empíricos favorecem a construção e a realização ágil de atividades educacionais, sob uma visão holística.

É importante ter experiência empresarial, porque estamos ensinando a produzir produtos [...]. O conhecimento e as competências industriais proporcionam suporte e mecanismos para guiar os alunos sobre os materiais e processos de produção que podem utilizar. Não basta ter apenas experiência acadêmica (U260D23, tradução nossa).

É importante que o professor do enfoque frugal tenha experiência como professor de inovação e empreendedorismo, pois é preciso conhecer um processo básico de empreendedorismo e, a partir daí, montar as competências e os conhecimentos necessários para ensinar a temática (U237D5, tradução nossa).

Dois entrevistados mencionaram a objetividade e o conhecimento contextual/comunitário como habilidades essenciais para um docente frugal. Segundo eles, a objetividade, possibilita a avaliação dos custos de oportunidades, bem como o reconhecimento das opções e dos limites que permeiam a atuação do docente como cocriador de inovação e empreendedorismo frugais. Já o conhecimento contextual/comunitário, consiste no conjunto de aprendizados associados às experiências de vida e às interações com populações locais, e permite desenvolver uma perspectiva pragmática do mundo, assim como enfrentar desafios emergentes.

“É fundamental ter experiência de vida e conhecer outros contextos [...]” (U250D17, tradução nossa).

No mundo de inovação e empreendedorismo frugais é necessário ter conhecimento contextual, conhecimento da rua, para descobrir as necessidades e as aspirações das pessoas da Base da Pirâmide local, caso contrário o docente pode estar perdendo 40% ou 50% da informação relevante para projetos (U253D12, tradução nossa).

Não devemos agir como heróis, porque não pretendemos salvar as comunidades, mas sim colaborar com o nosso compromisso social com a sociedade. Eles são nossos vizinhos. Embora existam divisões imaginárias na nossa sociedade, moramos no mesmo território e temos a obrigação de criar um bom ambiente para todos (U252D18, tradução nossa).

Seis docentes citaram ser criativo e inspirador como habilidades necessárias para planejar e implementar formatos de educação em IF e EF. Para os entrevistados, essas habilidades permitem criar um ambiente de educação onde, tanto o docente quanto os estudantes possam pensar além dos paradigmas tecnológicos e sociais atuais. Sintonizados com essas perspectivas no cenário educacional universitário, alguns professores que se disseram nas entrevistas “docentes frugais”, colocaram-se como defensores da criatividade, da transformação constante e da liberdade de pensamento, solicitantes de mais iniciativas para difusão do valor frugal nas suas universidades.

“Pensar fora da caixa [...] os alunos devem ter liberdade de pensamento” (U247D14).

“Ser criativo no sentido de gerar novas estratégias educacionais, através de recursos digitais e não digitais” (U262D24, tradução nossa).

“Devemos ser criativos para gerar ideias que se tornem inovações frugais. Isso significa que como docente devo ser capaz de selecionar e aplicar diversas ferramentas ou, mesmo, criá-las, para facilitar o processo de aprendizagem” (U244D12, tradução nossa).

“As demandas educacionais e do mundo atual já estão nos exigindo buscar uma nova forma de interagir com o aluno e com a realidade, a partir de abordagens que integralizam o impacto social, ambiental e econômico” (U239D6, tradução nossa).

Nós estamos em um campo exploratório, porque a Inovação Frugal é muito jovem, então devemos deixar as coisas saírem [...]. Como docente frugal utilizo a criatividade para apresentar aos estudantes a Inovação Frugal como uma estratégia de inovação que permite o *codesign* (U248D14).

Você está ensinando algo que não está no sistema e esse é meu argumento mais forte para fazê-lo e solicitar mais espaço para ensiná-lo [...]. Devemos aumentar a conscientização até que possamos projetar a partir dessa abordagem em toda a universidade (U238D5, tradução nossa).

Por fim, cinco docentes indicaram a negociação e comunicação/escuta empáticas como habilidades para instigar uma cultura frugal nas universidades. A negociação é apresentada pelos respondentes como uma habilidade idônea para se aproximar de diferentes instâncias universitárias. Segundo os docentes, o nível de apoio institucional é importante, pois determina o tipo de formato de educação que pode ser utilizado, bem como a possibilidade de envolvimento com comunidades locais. Essa situação explica o inevitável surgimento orgânico de diferentes formatos de educação entre os entrevistados.

“[...] tenho tido o apoio de um professor que foi diretor do Programa de Engenharia e isso ajudou a ter um espaço institucional nos novos planos de estudos e realizar atividades projetuais com comunidades locais” (U241D8, tradução nossa).

Quanto à comunicação/escuta empáticas, quatro docentes apontaram essa habilidade como essencial para instigar um processo de aprendizagem mais assertivo e apropriado ao perfil dos estudantes. Nos achados, evidenciaram-se sugestões de adequação das informações teóricas e práticas, assim como simplificação de processos práticos para atender às características dos discentes. Dita simplificação não significa um reducionismo às informações tratadas em aula, mas sim uma adequação à linguagem e ao repertório sociocultural e metacognitivos dos participantes, a fim de facilitar o entendimento de terminologias técnicas e passos projetuais.

“Têm estudantes da Base da Pirâmide que não sabem nada sobre tecnologia, então é importante contextualizar o conhecimento” (U256D21).

“Temos alunos de todas as camadas socioeconômicas do país e, às vezes, temos que mostrar de forma simples alguns processos, pois, para algumas pessoas os processos são óbvios, mas para outras são difíceis de entender [...]” (U263D25, tradução nossa).

“O professor pode ter muito conhecimento, mas se não sabe comunicá-lo ou não utiliza as ferramentas adequadas, não terá sucesso na transferência de conhecimento [...]” (U264D25, tradução nossa).

“Desenvolver uma empatia muito grande com a turma [...] para criar um ambiente divertido e agradável de *codesign*” (U246D14).

Essas concepções, resgatam o uso de vocabulário apropriado ao dia-a-dia dos estudantes como uma opção para conduzir a educação em IF e EF. Segundo uma docente: “[...] é necessário utilizar uma linguagem adequada ao público para gerar envolvimento emocional. Isso promove o engajamento no grupo” (U257D21).

Em se tratando da atuação docente, o uso dessa dinâmica significa promover a convivência e o diálogo entre diferentes modos de conhecimento, assim como buscar o melhor método para atender ao perfil dos estudantes e o seu contexto. Nessa linha, um professor sugeriu a utilização de exemplos locais e dinâmicas flexíveis, conformados por linguagem coloquial que facilitem a replicação de um passo a passo. Segundo o entrevistado, isso não significa realizar o trabalho deles, mas dar um suporte inicial para impulsionar o processo projetual:

Solicitar aos estudantes que repliquem um passo a passo permite que eles sintam menos hostis as ferramentas e o novo conhecimento, [...] eles começam a perder o medo, começam a se sentir confiantes [...] é importante ajudá-los a iniciar o trabalho para que façam parte da solução do problema e complementem o processo com seus conhecimentos e repertórios sociais (U265D25, tradução nossa).

Seguindo esse raciocínio, três docentes salientaram a necessidade de construção de um *framework* que oriente a prática de educação em IF e EF, visto que a literatura ainda não apresenta um caminho metodológico contextualizado ao panorama latino-americano.

“Ter um *framework* é importante porque é necessário ter um começo, meio e o fim, para ajudar aos estudantes e aos professores a entender o percurso de criação de inovações frugais na universidade” (U259D21).

“Estamos procurando um modelo complementar [...]. Precisamos de um modelo de ensino que permita criar comprometimento além do feito em aula para dar continuidade aos projetos frugais [...]” (U242D8, tradução nossa).

“A parte metodológica sobre como ensinar inovação e empreendedorismo frugais ainda é fraca, no sentido de que não existe uma metodologia que diga você deve ensinar isso assim ou assado” (U251D15, tradução nossa).

É necessário ter uma metodologia ou conjunto de etapas que seja uma alternativa de educação em inovação e empreendedorismo frugais, que permita aos alunos seguir naturalmente o caminho do design com uma abordagem frugal [...] que permita ao professor ter uma lista de verificação sobre que está projetando com os estudantes (U249D16, tradução nossa).

As concepções elencadas pelos respondentes confirmam a relevância do presente estudo, pois evidencia a necessidade de uma estrutura conceitual que auxilie na educação de IF e EF em territórios latino-americanos, como é o caso do Brasil.

4.1.4.3 Síntese e discussão conclusiva das categorias

Como parte da etapa final de análise de conteúdo (fase de tratamento informativo), a seguir, no Quadro 39, apresenta-se uma síntese conclusiva dos conteúdos manifestos em cada categoria mapeada nas entrevistas com docentes, tentando apresentar uma breve interpretação e contribuição dessas informações, bem como responder ao objetivo da etapa de conscientização da pesquisa.

Quadro 39 – Síntese conclusiva das categorias convergentes mapeadas nas entrevistas com docentes

Categorias	Contribuições na prática de estudo
Concepções docentes acerca da modalidade de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	-A modalidade híbrida é a mais recomendada (síncrona/assíncrona); -As aulas virtuais podem ser utilizadas em dinâmicas educacionais introdutórias. Nesse caso, é necessário empregar recursos digitais de fácil acesso e manuseio para os estudantes, assim como realizar um mapeamento prévio das características dos participantes para realizar uma combinação apropriada dos recursos; -É recomendável utilizar aulas presenciais para processos de prototipagem de produtos e socialização de resultados.
Concepções docentes acerca do ambiente de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	-Usar sala convencional, laboratórios de prototipagem (com impressoras 3D e espaços flexíveis) e/ou plataformas virtuais; -É recomendável trabalhar com grupos entre 15 e 30 pessoas. Esse número deve ser definido seguindo os propósitos do curso e a disponibilidade de professores auxiliares; -Utilizar dinâmicas de trabalho em equipes heterogêneas; -Estabelecer regras claras nas atividades, apresentar a regulamentação institucional, transmitir cordialidade, empatia e sentido de pertencimento; -Escolher espaços criativos que permitam a reflexão, o movimento, a experimentação, o diálogo e a colaboração, assim como a interação com recursos digitais e comunidades locais; -Em caso de ter dificuldade para adotar as recomendações citadas, utilizar a frugalidade a fim de atender aos objetivos de aprendizagem.
Concepções docentes acerca do perfil do estudante participante do processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	-Estudantes universitários vinculados em diferentes programas acadêmicos de graduação (a partir do 4º semestre) ou de especialização/mestrado (a partir do 2º semestre), e líderes comunitários; -É recomendável que os estudantes tenham experiência laboral e habilidades em empatia, visão sistêmica, colaboração interdisciplinar e criatividade; -Realizar um reconhecimento prévio das especificidades dos estudantes para definir e ajustar os exercícios das aulas.
Concepções docentes acerca dos objetivos de aprendizagem em inovação e empreendedorismo frugais.	-Objetivos educacionais que integrem aspectos do cenário geográfico, econômico, político, social e ambiental local, por meio de um processo de “aprender fazendo”; -Objetivos educacionais que priorizem a síntese e a apropriação de conceitos, critérios, tipos de IF e usuários beneficiados, sob uma abordagem pedagógica contextualizada.

(continua)

(continuação)

Categorias	Contribuições na prática de estudo
Concepções docentes acerca dos tópicos para abordar a educação de inovação e empreendedorismo frugais.	<u>-Aspectos teóricos:</u> <i>codesign</i>, DCU, ciclo de vida do produto, EC, Design Sistemico, frugalidade, desenvolvimento sustentável, ODS, empreendedorismo social, processo de inovação, proposta de valor, IS, desenvolvimento de projetos, modelos de negócios, <i>DfS</i>, alianças estratégicas, movimento <i>maker</i>, distribuição de última milha, empatia, etnografia, sociologia da cultura, decisões socioculturais, justiça social/ambiental, e políticas públicas locais, TA, teoria crítica da tecnologia, teoria da construção social e teoria de formação de equipes.
Concepções docentes acerca das estratégias pedagógicas para educação de inovação e empreendedorismo frugais.	<u>-Estratégias pedagógicas e projetuais:</u> seminários interativos por parte do professor, Aula Invertida, Estudo de Caso, ABE (grupos interdisciplinares), <i>Pitch</i>, <i>Brainstorming</i>, ABD e ABP; <u>-Dinâmicas de educação:</u> -Atividades “quebra gelo” para identificação do perfil do estudante, seu contexto e conhecimento prévio em frugalidade, inovação e empreendedorismo; -Desafios de pensamento lateral; -Avaliação/discussão dos resultados por parte dos estudantes; -Análise de exemplos coletados na literatura, considerando o enfoque frugal e sua relação com a proposta de trabalho para a matéria; -Sessões que estimulem o pensamento crítico: perguntas de reflexão e aplicação do conhecimento em seu contexto; -Identificação de ODS e problemáticas locais; -Apresentação de vídeos e fotos de casos reais; -Leitura de documentos sobre aspectos territoriais, geográficos, históricos, socioculturais, tecnológicos e políticos; -Estabelecer diferenças entre problema e necessidade para entender a causa raiz da situação estudada; -Exercícios em grupo interdisciplinares, seguindo aspectos da teoria de formação de equipes; -Desenvolvimento de modelos e/ou projetos experimentais por alunos, através de sessões que estimulem a criatividade; -Revisão de banco de patentes; -Uso de imagens pictográficas e narrativas sociais; -Visitas a comunidades locais ou organizações; -Desenvolvimento de protótipos/modelos de negócios; -Realização de <i>Pitch</i>; -Participação de empreendedores frugais e docentes externos com experiência em IF e EF. <u>-Estratégias de aplicação:</u> (i) uso de materiais de interesse do estudante; (ii) explicação clara e objetiva do trabalho e das formas de avaliação que serão realizadas; (iii) envolver os estudantes na organização das atividades; (iv) sentá-los em formato de “U” para discussões; e (v) adotar reforçadores positivos (como elogios).
Concepções docentes acerca dos recursos educacionais para educação de inovação e empreendedorismo frugais.	<u>-Recursos educacionais:</u> vídeos, áudios, <i>sites</i> educativos, quadros, pincéis, canetas, <i>post-its</i>, mesas com risque-rabisque, folhas em branco, telas, impressoras 3D, rubricas de trabalho, caderno de projeto, quadrinhos, charges, computador, celular, artigos acadêmicos/não acadêmicos, <i>blogs</i>, livros, e o que tiver disponível no ambiente de aula. <u>-Recursos virtuais:</u> <i>Zoom®</i>, <i>Canvas®</i>, <i>Teams®</i>, <i>Mentimeter®</i>, <i>Moodle®</i>, <i>Miro®</i>, <i>Genially®</i> e <i>WhatsApp®</i>. <u>-Recursos de apoio disponibilizados pela RELIE:</u> MOOC “<i>Innovación Frugal – soluciones sostenibles con los recursos a tu alcance</i>”, Podcast <i>Onda Frugal</i> no <i>Spotify®</i> e site oficial da rede. <u>-Recursos para evidências de aprendizagem:</u> resenhas acadêmicas, ensaios sobre a experiência educativa, planos de negócios, diagramas, infográficos, vídeos, áudios, fotos, mapas mentais, encenação, desenhos, <i>slides</i>, protótipos, manuais técnicos e do usuário, e projetos teórico-práticos para fins de conclusão da disciplina.
Concepções docentes acerca de ferramentas, métodos e abordagens para geração de soluções frugais.	<u>-ADF:</u> Persona, Mapa da Empatia, Desafio Estratégico, 5 porquês, E se?, Análise Funcional, Análise de Tarefa, Jornada do Usuário, Pesquisa <i>Desk</i>, Mapa dos <i>Stakeholders</i>, <i>Blueprint</i>, <i>Role-playing</i>, Fabricação Aditiva (ou impressão 3D), Diagrama de Afinidades, <i>Lean Canvas Model</i>, <i>Business Model Navigator</i>, Diagrama de Gantt, <i>How Might We?</i>, <i>Storytelling</i> (“jornada do herói”), <i>Storyboard</i>, <i>LEGO® Serious Play®</i>, entrevistas individuais e grupais, imersão em campo, TRIZ, TRL, <i>Design Thinking</i> e HCD.

(continua)

(conclusão)

Categorias	Contribuições na prática de estudo
Concepções docentes acerca das competências específicas de processos de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	-(a) percepção e observação empática; -(b) comunicação assertiva; -(c) pensamento crítico por meio da análise de problemáticas contemporâneas; -(d) construção de relações interdisciplinares; -(e) visão sistemática para desenho de sistemas, componentes ou processos; -(f) criatividade; -(g) recursividade; -(h) tomada decisões em contextos com restrições; -(i) resolução de desafios e dilemas éticos/políticos contemporâneos; -(j) uso de TICs.
Concepções docentes acerca da interação com a sociedade para atividades educacionais de inovação e empreendedorismo frugais.	-Realizar <i>codesign</i> de soluções frugais (preferivelmente em vários semestres), incluindo a participação de universidade, indivíduos da BoP, empreendedores e a sociedade em geral; -É recomendável ter participação de psicopedagogo ou um psicólogo para realizar um processo de aproximação assertivo com as comunidades locais, assim como entender as suas realidades de forma respeitosa e neutra; -Ter participação de aliados sociais que representam a BoP local para estabelecer um canal de comunicação seguro e constante entre essas populações e a universidade.
Concepções docentes acerca do perfil do professor regente do processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	<u>Habilidades:</u> paciência, abertura ao erro, recursividade, resiliência, experiência acadêmica e empresarial, objetividade, conhecimento contextual/comunitário, criatividade, negociação e comunicação/escuta empáticas.

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

As análises das entrevistas apresentadas nesta subseção, indicaram caminhos para o enriquecimento da construção e da aplicação de propostas educacionais em cenários brasileiros, conforme apresentado a continuação. Assim, desses resultados, partiu-se para a etapa de sugestão do artefato, realizada por meio de preceitos da DSR e da PAP, de forma a validar os achados em contextos de experiência.

4.2 Sugestão do artefato

Com base no referencial teórico e nos conhecimentos práticos reunidos na etapa 2, foram elaboradas duas sugestões de artefatos para solução da questão da pesquisa. A construção dos dois artefatos sugeridos ocorreu de janeiro de 2023 a março de 2024, devido a isso, ao explicar cada um deles, foi respeitado o processo cronológico de desenvolvimento e mantidas, a cada passo, as informações que se tinham naquele momento. **A sustentação teórica e prática que justificam cada sugestão de artefato pode ser observada nos Apêndices C e D.** A seguir, apresenta-se e descreve-se a estrutura do primeiro artefato sugerido.

4.2.1 Primeira sugestão de artefato

Na primeira sugestão de artefato, foram contempladas duas etapas de projeto, a saber: prototipagem e validação. Para aplicação de cada etapa (teste piloto da proposta), foram realizados cinco encontros durante três sextas-feiras (das 14h00 às 17h00) e dois sábados (das 8h00 às 10h00). O último encontro foi realizado em modalidade presencial no CEDEM USB Cali. A operacionalização do artefato ocorreu nos dias 27 e 28 de outubro de 2023, 03 e 04 de novembro de 2023, e 07 de dezembro de 2023.

O primeiro encontro teve três objetivos. O primeiro foi a apresentação dos participantes, para conhecer suas trajetórias profissionais, seus tipos de empreendimentos e suas expectativas com os *workshops*. O segundo foi a apresentação de: (i) estrutura do curso; (ii) conceito, etapas e técnicas de prototipagem, por meio do DCU; (iii) diferenças entre problema e necessidade; (iv) definição e critérios da IF; e (v) casos de protótipos frugais corporativos, da BoP e universitários. Já o terceiro foi a apresentação e aplicação da ferramenta Jornada do Usuário para identificação das interações do usuário-chave com o produto/serviço selecionado.

No segundo encontro, passou-se a explorar alguns aspectos técnicos sobre as funções da solução estudada, por meio da ferramenta Análise Funcional. O objetivo do encontro foi identificar as funções principais e secundárias do produto/serviço para determinar quais são realmente necessárias, sob a ótica do usuário. Em seguida, foi exposta a ferramenta Análise de Tarefa. Para essa atividade, os estudantes mapearam a proposta de valor da solução, os materiais e os recursos para prototipar, bem como as atividades e as condições de uso do produto/serviço analisado. Para aplicação de cada ferramenta projetual foi apresentado aos estudantes um exemplo, por meio de casos frugais.

No terceiro encontro, foram apresentadas dicas de prototipagem digital, as quais foram solicitadas pelos discentes participantes durante o encontro anterior. Em seguida, foi apresentado o conceito de validação e sua forma de aplicação, a partir do enfoque frugal. Também, foi apresentado um caso de estudo que permitiu aos estudantes entender o processo de geração de um empreendimento frugal. Em seguida, foram apresentados os ODS e seu impacto no desenvolvimento sustentável. Por fim, foi exposta a ferramenta Matriz de Frugalidade e um exemplo latino-americano de aplicação.

No quarto encontro, seguindo a linha dos anteriores, foram apresentadas noções sobre EF e modelos de negócios sustentáveis, assim como a ferramenta *Lean Canvas* Frugal, junto a um caso de estudo. Em cada encontro foi utilizada música para aquecer os participantes antes de iniciar as atividades projetuais. Ademais, foram realizadas apresentações dos resultados ao

final de cada aula, com o intuito de incentivar o companheirismo, a ajuda mútua e a consciência de grupo.

Já no quinto encontro, foi realizada uma dinâmica presencial para socialização dos resultados obtidos por meio da última ferramenta projetual. Cada estudante teve 20 minutos para apresentar as informações. A dinâmica permitiu estabelecer conexões entre os estudantes e os professores participantes da “*Ruta del Emprendimiento y la Innovación de la USB Cali*”.

A Figura 8, apresenta a estrutura e os componentes do artefato sugerido. Já a Figura 9, ilustra os recursos e os espaços físicos/digitais utilizados durante aulas. Na sequência, apresentam-se os resultados da entrevista semiestruturada grupal com estudantes, que permitiu validar aspectos de funcionamento do *framework* preliminar proposto, de modo a corrigir eventuais falhas antes de seu desenvolvimento e operacionalização no caso brasileiro.

Figura 8 – Primeiro artefato sugerido

OBJETIVO GERAL	Desenvolver um projeto frugal relacionado a partir da aplicação das características da IF a um caso real, a fim de responder às necessidades sociais, econômicas e ambientais da cidade de Cali, Colômbia.			
ETAPAS PROJETUAIS	Prototipagem		Validação	
SUBETAPAS	(1) Hipótese de problema	(2) Hipótese de solução	(3) Hipótese de produto	(4) Hipótese de mercado
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DAS SUBETAPAS	-Identificar as interações-chave do usuário com um produto/serviço existente para enxergar outras possibilidades.	-Identificar a estrutura do produto/serviço; -Entender os requisitos do usuário e do seu contexto (necessidades e constrangimentos).	-Gerar alternativas potenciais de valor frugal para reconfigurar o produto/serviço; -Combinar os requisitos do usuário com os requisitos da IF: (i) redução substancial de custo; (ii) concentração nas principais funcionalidades; e (iii) nível otimizado de desempenho.	-Descrever agilmente o projeto frugal: quem irá usá-lo?, como funciona? qual a proposta de valor frugal?, como pode ser implementado para capturar valor socioeconômico e ambiental? e quais indicadores de ODS atende?
PRÁTICAS DE MEDICAÇÃO	-Trabalhar com discentes de diferentes áreas do conhecimento (a partir de 4 semestre), egressos, empreendedores e líderes sociais; -Desenvolver atividades em modalidade híbrida; -Realizar leituras e discussões de casos de estudo reais sobre soluções frugais corporativas, da BoP e universitárias; -Realizar dinâmicas educacionais com grupos pequenos; -Utilizar dinâmicas que promovam a comunicação respeitosa, aberta e interdisciplinar; -Escolher espaços que permitam a reflexão, a experimentação e o diálogo, assim como a interação com recursos digitais; -Estabelecer relações entre os aspectos teóricos da perspectiva frugal e as atividades do dia a dia dos estudantes.			
ASPECTOS TEÓRICOS	-O que é prototipar e tipos de prototipagem; -Diferenças entre necessidade e problema; -DCU; -Conceitos, critérios e casos de IF.		-Desenvolvimento Sustentável e ODS; -Modelos de negócios sustentáveis que incluam aspectos da economia social/solidária e interação com <i>stakeholders</i>; -Conceitos, etapas e casos de EF.	
ADF	Jornada do Usuário	Análise Funcional e Análise de Tarefa	Matriz de Frugalidade	Lean Canvas Frugal
MATERIAIS/MÉTODOS DIDÁTICOS & DE PESQUISA	-Metodologias e práticas de ensino: Pesquisa Desk, ABD, Estudo de Caso, <i>Brainstorming</i> e <i>Pitch</i>; -Recursos e materias de apoio: slides, Google®, Mentimeter®, Zoom®, WhatsApp®, Podcast <i>Onda Frugal</i> da RELIF no Spotify®, imagens/recursos audiovisuais sobre a temática, computador, celular, roteiro de entrevista grupal e o que tiver disponível à mão; -Evidências de aprendizagem: infográficos, fotos, slides, desenhos e mapas mentais.			

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 9 – Recursos e espaços físicos/digitais do *workshop* na Colômbia



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Nota: (a) flyer para promoção do *workshop* na cidade de Cali, Colômbia; (b), (f) e (h) telas digitais que representam o material projetual utilizado durante as aulas; (g) e (i) telas da Plataforma Zoom® utilizada em encontros virtuais; e (d), (e) e (c) encontro final no CEDEM USB Cali.

4.2.1.1 Resultados da aplicação da sugestão de artefato 1

O grupo que participou da operacionalização da sugestão de artefato 1 foi composto por 11 indivíduos na faixa etária de 20 a 50 anos, com uma média de 30 anos. As principais áreas de formação acadêmica dos respondentes foram: Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas. Em relação ao programa de formação, identificaram-se: 2 arquitetos, 2 psicólogos, 1 designer, 1 advogada e 2 administradores. Entre os participantes, 3 informaram não ter tido acesso à educação formal. Quanto ao seu vínculo com a USB Cali, do total de respondentes, 3 indicaram ter relação acadêmica prévia com a instituição, sendo 1 estudante e 2 egressos. Por sua vez, 8 dos participantes informaram não ter uma relação acadêmica prévia com a universidade, sendo 5 empreendedores e 3 líderes da BoP.

Em relação ao estágio atual de seus empreendimentos, a fase de ideação foi a mais citada (6), seguida da fase de desenvolvimento (3) e de consolidação (2). As respostas refletem o interesse em participar dos *workshops* para estruturar e validar suas propostas de negócio. No tocante ao tipo de solução que esperavam projetar durante o curso de curta duração, 7 respondentes indicaram ter interesse no design de produtos e 4 na formulação de serviços. No Quadro 40, apresenta-se uma síntese das características dos participantes. O código P1 refere-se ao Participante (P) número (1), e assim sucessivamente.

Quadro 40 – Perfil dos participantes da operacionalização da sugestão de artefato 1

Código	Faixa etária	Sexo declarado	Formação acadêmica	Estágio do empreendimento	Área de interesse
P1	40	Mulher.	Sem educação formal.	Desenvolvimento.	Serviço.
P2	39	Homem.	Arquitetura.	Desenvolvimento.	Produto.
P3	26	Mulher.	Sem educação formal.	Ideação.	Produto.
P4	21	Mulher.	Psicologia.	Ideação.	Produto.
P5	23	Homem.	Psicologia.	Ideação.	Produto.
P6	38	Mulher.	Direito.	Ideação.	Serviço.
P7	39	Homem.	Arquitetura.	Desenvolvimento.	Produto.
P7	20	Mulher.	Sem educação formal.	Desenvolvimento.	Serviço.
P8	35	Homem.	Arquitetura.	Consolidação.	Produto.
P9	20	Mulher.	Design.	Consolidação.	Produto.
P10	30	Homem.	Administração.	Ideação.	Produto.
P11	43	Mulher.	Administração.	Ideação.	Serviço.

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Durante os *workshops* foi aplicado um **questionário semiestruturado (Apêndice I)** composto por 5 perguntas, seguindo os critérios de avaliação definidos na subseção 3.1.5. Tal questionário foi formulado especialmente para este estudo em versão original portuguesa, com tradução livre para o espanhol, realizado pela pesquisadora. Os dados foram avaliados por meio de análise qualitativa descritiva.

A aplicação do instrumento foi realizada em formato grupal, depois de apresentar os objetivos da pesquisa e ter aprovação dos respondentes. O roteiro e a dinâmica do estudo foram aprovados pelo Comitê Coordenador do Programa de Administração de Negócios da USB Cali, mediante parecer consubstanciado, para garantir a participação voluntária dos participantes, com tratamento anonimizado e agrupado desses materiais.

Para iniciar a entrevista, os respondentes foram convidados a indicar **benefícios e dificuldades projetuais no uso das ADF durante os *workshops***. No Quadro 41, apresentam-se as falas (excertos) dos entrevistados. Convém salientar que, durante a entrevista grupal, os respondentes tiveram a liberdade de pausar a discussão ou não responder à questão.

Quadro 41 – Síntese das respostas dos participantes dos *workshops*

Ferramenta	Benefícios	Dificuldades
Jornada do Usuário.	“[...] conhecer o passo a passo na trajetória do usuário que vivencia a problemática” (P1, tradução nossa); “[...] entender a perspectiva do usuário, antes, durante e após usar a solução” (P3, tradução nossa); “[...] entender o que meu cliente tem que fazer para usar meu produto” (P10, tradução nossa).	“identificar os meios-chave, sob a perspectiva do usuário” (P7, tradução nossa).
Análise Funcional.	“[...] ferramenta útil para entender a funcionalidade técnica do meu produto” (P10, tradução nossa); “[...] entender qual função podemos transformar, por meio do enfoque frugal, para reduzir custos ou incluir mais pessoas” (P9, tradução nossa).	“[...] demanda muito tempo para entender e aplicar” (P4, tradução nossa).
Análise de Tarefa.	“[...] conhecer materiais e requisitos do produto para prototipar mais rápido” (P5, tradução nossa); “Facilitou o entendimento de como funciona um produto e quando podemos utilizá-lo” (P4, tradução nossa); “[...] tem relação com a ferramenta Jornada do Usuário, mas com ela entendi as condições de uso” (P2, tradução nossa).	-
Matriz de Frugalidade.	“Ótima forma de criar produtos sustentáveis e aproveitar recursos locais” (P1, tradução nossa); “[...] excelente forma de validar uma proposta de produto novo, considerando o impacto na sociedade” (P3, tradução nossa); “A matriz é fácil de entender e aplicar [...] ajuda a entrelaçar elementos socioculturais, econômicos e ambientais no processo de prototipagem” (P8, tradução nossa).	“[...] ótima ferramenta, mas achei difícil aplicar o critério de ‘simplicidade’ sem que as pessoas achem que meu produto é de pouca qualidade” (P6, tradução nossa).
<i>Lean Canvas</i> Frugal.	“[...] ferramenta ágil para entender como relacionar os ODS com meu empreendimento” (P5, tradução nossa); “[...] consegui sumarizar as informações dos <i>workshops</i> com a ferramenta” (P10, tradução nossa); “[...] fácil de usar e me permitiu descrever meu modelo de negócio, considerando os aspectos de frugalidade” (P11, tradução nossa).	-

Fonte: Elaborada pela autora.

As informações apresentadas acima apontam as ADF aplicadas como adequadas em processos de prototipagem e validação de soluções com enfoque frugal. Por sua vez, as dificuldades sinalizadas com as ferramentas Jornada do Usuário, Análise Funcional e Matriz de Frugalidade parecem estar relacionadas ao formato de educação, ao tempo destinado para sua aplicação e ao conhecimento prévio dos participantes com esses instrumentos de design. Além disso, evidenciou-se a necessidade de interação com o usuário da IF para capturar informações

e projetar sob a perspectiva das suas reais necessidades. Esses achados foram considerados como elementos de ajuste da sugestão do artefato 1.

Em relação aos **recursos e/ou atividades que mais gostaram durante o curso**, os participantes indicaram diversos aspectos, sendo os casos de estudo sobre IF e EF os mais destacados. Segundo os respondentes, os exemplos foram muito chamativos e apresentaram relação com as restrições presentes na sua cidade. Ademais, os participantes apontaram como oportuna a possibilidade de conhecer uma nova forma de inovar, para se inspirarem e criarem soluções apropriadas para as problemáticas das suas comunidades locais.

Os participantes também foram convidados a compartilhar qualquer **aspecto, situação, ou crítica sobre a dinâmica de ensino**. A maioria sinalizou o formato *online* como um desafio, devido a questões técnicas de conexão e falta de interação direta com os participantes, os professores e o *campus*.

“A minha internet estava caindo muito, é meio chato isso [...] você acaba perdendo as informações” (P1, tradução nossa).

“[...] achei difícil estabelecer conexões com todos os participantes em formato virtual, sinto falta de ir à USB Cali e conversar com as pessoas, isso ajudaria no meu empreendimento” (P9, tradução nossa).

“Eu moro muito longe da universidade, mas ir lá é um sonho! Eu levei a minha filha ao último encontro para que ela tivesse a oportunidade de conhecer a USB Cali, quem sabe um dia ela poderá estudar numa universidade, eu não pude” (P7, tradução nossa).

Decidi participar da rota porque queria conhecer mais pessoas para fazer *networking*. Gostei de ter a opção de conversar com os participantes por meio do *Zoom*® e do *WhatsApp*®, mas também seria legal ter um espaço físico para tirar dúvidas e interagir na universidade (P6, tradução nossa).

Embora o curso tenha tido um encontro presencial (no final) para discussão dos resultados, ele parece não ter sido suficiente para atender às demandas de socialização dos empreendedores participantes. O que se observou é que os processos projetuais com estudantes de diversas formações e com perfil empreendedor exigem de um equilíbrio entre a quantidade de aulas virtuais e presenciais (antes, durante ou após o curso). Desse modo, pode-se refletir que, nas ações educacionais em IF e EF, é fundamental desenvolver uma formação com participação da tecnologia sem deixar de lado o papel da educação presencial, para consolidar conhecimentos de projeto e estabelecer conexões duradouras entre a academia e a sociedade civil.

É relevante destacar que a decisão da USB Cali de realizar a maioria das atividades em formato virtual foi dada por tensões de segurança cidadã, resultantes do contexto das eleições municipais na Colômbia. Nesse sentido, mesmo não sendo esse formato de educação o ideal para todas as atividades projetuais, a universidade conseguiu contornar essa conjuntura sociopolítica, fazendo uso de seus recursos institucionais.

Em termos dos **benefícios pessoais e profissionais percebidos pela participação nos *workshops***, os respondentes relataram: (i) conhecer uma nova forma de criar produtos e serviços; (ii) entender o impacto sociocultural e ambiental do que entregam à sociedade; (iii) incluir outras pessoas no processo empreendedor; (iv) abrir o leque de possibilidades de gerar e entregar valor; e (v) identificar e aplicar os ODS.

Por fim, os respondentes foram encorajados a indicar **sugestões de mudanças nas ferramentas utilizadas durante o percurso projetual**. Os principais pontos identificados foram os seguintes:

- ✓ “[...] na ferramenta Matriz de Frugalidade, acho melhor substituir a palavra ‘leveza’ por ‘ergonômico’ ou ‘ligeiro’” (P1, tradução nossa)³²;
- ✓ “[...] na Matriz de Frugalidade, trocaria a palavra ‘móbil’ por ‘interativo’ [...] fica mais fácil de entender assim” (P5, tradução nossa);
- ✓ “[...] na Matriz de Frugalidade, mudaria a palavra ‘simples’ por ‘fácil de usar’ para evitar uma concepção pejorativa no meu empreendimento” (P6, tradução nossa);
- ✓ “[...] criar um glossário para entender esses novos termos, por exemplo achei difícil incluir o ‘enfoque humano’ e a ‘distribuição de última milha’ no meu produto, nunca pensei nisso antes” (P11, tradução nossa);
- ✓ “[...] criar uma cartilha que explique brevemente os ODS [...] achei muito bacana conhecê-los, agora tenho que implementá-los no meu empreendimento” (P3, tradução nossa); e
- ✓ “[...] juntar a ferramenta Jornada do Usuário com a ferramenta de Análise de Tarefa para apresentar as informações mais agilmente” (P9, tradução nossa).

No que diz respeito a **desafios pedagógicos durante o curso**, foi identificada uma barreira sociocultural para a apropriação dos critérios da IF e do EF nos empreendimentos dos participantes. Conforme o P9 “[...] é difícil criar soluções frugais, porque as pessoas podem achar que são apenas para pessoas pobres e aí os que têm o dinheiro não vão querer comprar

³² Em espanhol, ‘ligeiro’ tem o sentido de termo ‘leve’ em português.

esses produtos, então fico apreensivo de utilizar isso no meu empreendimento [...]” (tradução nossa).

Essas informações sinalizam que a educação do enfoque frugal demanda de recursos teórico-práticos que instiguem uma mudança de mentalidade para derrubar o *status quo* sobre a forma de conceber inovação e empreendedorismo. Autores como Radjou *et al.* (2012) e Soni e Krishnan (2014) explicam o enfoque frugal como uma nova mentalidade que permite a indivíduos empreendedores repensar as restrições e responsabilidades como oportunidades de democratização da inovação nas organizações e/ou comunidades, ao ampliar o acesso a mais usuários, sem, necessariamente, estarem inseridos em um movimento social ou político.

Para resolver essa questão, identificou-se a necessidade de incluir no *framework* dinâmicas pedagógicas reflexivas, que fomentem preceitos da teoria crítica da tecnologia e da teoria da construção social (Avelar; Romeiro, 2022; Avelar, 2023). A aplicação dessas atividades pode representar uma oportunidade para fomentar um diálogo aberto e crítico sobre elementos referentes a relações históricas de poder na sociedade, assim como analisar dilemas sociais, culturais e econômicos contemporâneos de usuários locais e globais, para atingir os objetivos democráticos de IF e EF. Essas metateorias também foram sinalizadas pelos docentes entrevistados na etapa 2 da pesquisa.

Outro desafio pedagógico identificado nos *workshops* foi a participação de um estudante com diversidade funcional (dificuldade para falar). A ausência de conhecimento prévio sobre o perfil desse participante não permitiu o planejamento e a aplicação de recursos educativos adequados às suas necessidades de comunicação. A situação trouxe à tona o imperativo de inserir aspectos de educação inclusiva como eixos norteadores em ações de educação frugal, para garantir uma participação plena dos envolvidos, assim como abraçar a aceitação e a celebração das diferenças físicas, comunicativas e atitudinais de todos os participantes.

Seguindo os argumentos apresentados nesta subseção, concluiu-se que, dentro do campo relativo à educação em IF e EF, faz-se necessário um processo pedagógico flexível, inclusivo e diversificado, cujas características interdisciplinares e participativas, fomentem não só uma ampla reflexão sobre as formas de implementação das ADF, mas também dinâmicas didáticas respeitosas e solidárias com a realidade humana e cultural do outro, com o fim de contribuir para uma sociedade mais justa, igualitária e acolhedora.

Por fim, os resultados permitiram validar as ADF e obter *insights* sobre o formato e as estratégias de mediação para aplicação dessas ferramentas, a fim de atender ao contexto

brasileiro. A seguir, apresenta-se a segunda sugestão de artefato que surgiu a partir dos aprendizados obtidos no experimento preliminar na Colômbia.

4.2.2 Segunda sugestão de artefato

Com aplicação piloto do artefato 1 sugerido e das heurísticas/questões de avaliação, incrementos e melhorias práticas foram descobertos. Graças a isso, percebeu-se a necessidade de proceder a realizar alterações na estrutura operacional do artefato inicialmente proposto, para que ele passe a representar mais adequadamente o objetivo da pesquisa no contexto da UFMG. As alterações e suas justificativas são apresentadas no Quadro 42.

Quadro 42 – Justificativas de alterações da sugestão de artefato 1

Heurística de avaliação	Questão de avaliação	Síntese de resultado	Alterações sugeridas
Viabilidade da sugestão de artefato 1.	Quais os recursos e/ou atividades que mais gostaram durante o curso?	-Casos de estudo reais sobre soluções frugais corporativas, da BoP e universitárias.	-Sem necessidade de ajuste.
	Quais os principais desafios pedagógicos durante o curso?	-Barreira sociocultural para a apropriação dos critérios de IF e EF nos empreendimentos dos participantes.	-Incluir dinâmicas pedagógicas reflexivas, que fomentem preceitos da teoria crítica da tecnologia e da teoria da construção social, seguindo os trabalhos de Feenberg (2002, 2009, 2010) e Pinch e Bijker (1984).
		-Dificuldade na identificação das reais necessidades físicas e/ou metacognitivas dos participantes.	-Conhecer pessoalmente aos participantes antes de iniciar as atividades projetuais.
Aceitação da sugestão de artefato 1.	Quais os benefícios e dificuldades projetuais no uso das ADF durante os <i>workshops</i> ?	- <u>Benefício</u> : conhecer a funcionalidade técnica do produto/serviço, o passo a passo realizado pelo usuário, bem como identificar formas de avaliar e propor soluções com impacto econômico, social e ambiental.	-Sem necessidade de ajuste.
		- <u>Dificuldade</u> : complexidade na identificação dos meios-chaves da ferramenta Jornada do Usuário, sob a perspectiva do usuário-chave.	-Incluir a participação de potenciais usuários das soluções frugais durante o processo projetual, por meio de trabalho conjunto com discentes universitários e membros de um projeto social.
		- <u>Dificuldade</u> : ausência de conhecimento prévio sobre os ODS e seus propósitos.	-Compartilhar um documento que apresente de forma contextualizada e sintética os ODS.
		- <u>Dificuldade</u> : a ferramenta Jornada do Usuário e a ferramenta Análise de Tarefa apresentaram propostas similares de informação, o que gerou um retrabalho.	-Juntar a ferramenta Jornada do Usuário e a ferramenta de Análise de Tarefa para apresentar as informações mais agilmente.
		- <u>Dificuldade</u> : complexidade na aplicação efetiva da ferramenta Análise Funcional, devido ao pouco tempo dos <i>workshops</i> e à falta de conhecimento prévio em Design.	-Utilizar a ferramenta em etapas de prototipagem que demandem mais detalhes técnicos.

(continua)

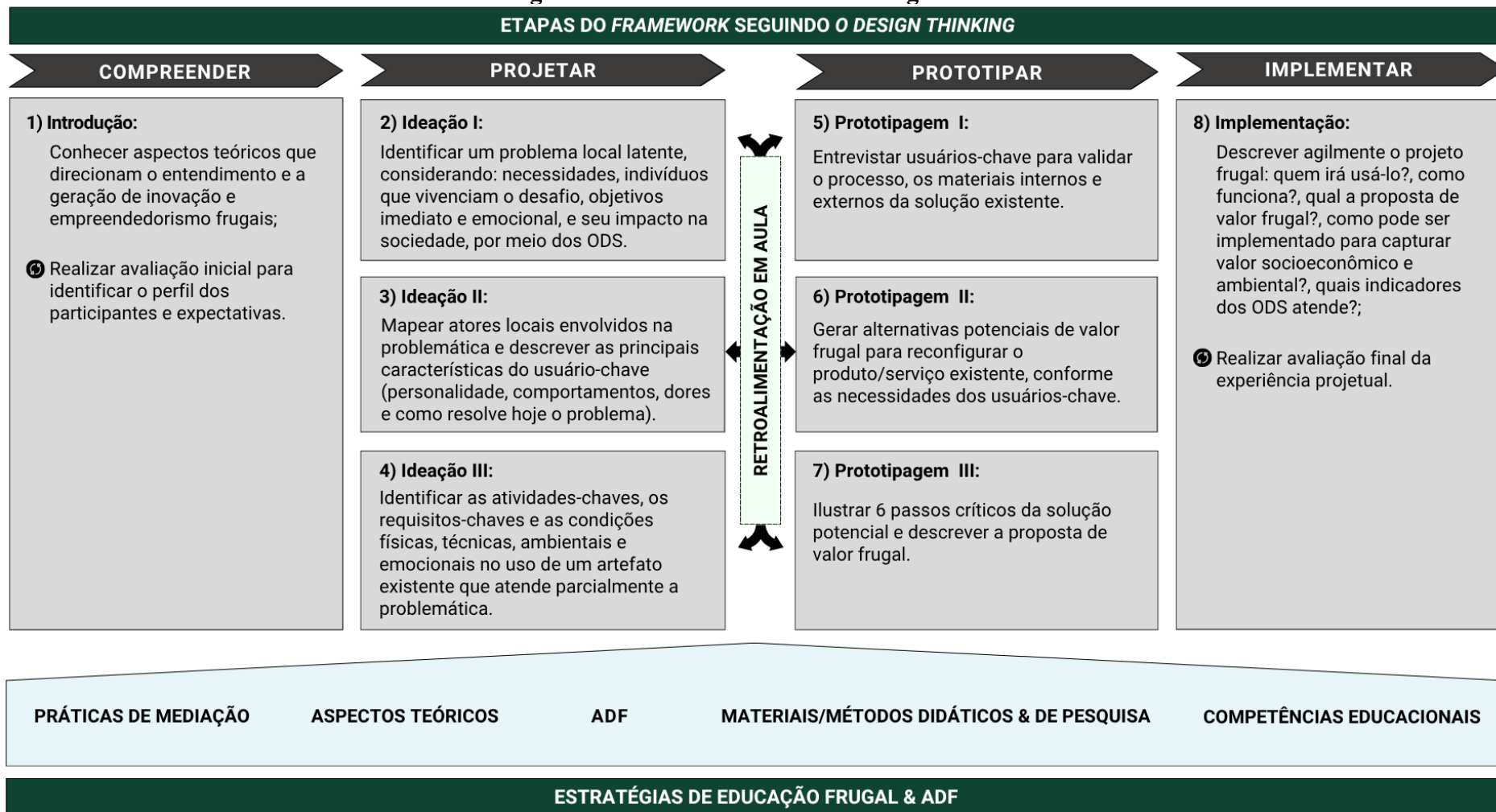
(conclusão)

Heurística de avaliação	Questão de avaliação	Síntese de resultado	Alterações sugeridas
Aceitação da sugestão de artefato 1.	Gostaria de compartilhar algum aspecto, situação, ou crítica sobre a dinâmica de ensino?	-O formato <i>online</i> foi difícil devido a questões técnicas com a internet e falta de interação direta com os participantes e a universidade.	-Realizar a aplicação do <i>framework</i> , em formato de disciplina/curso durante um semestre, em modalidade híbrida, mas priorizando as atividades presenciais, para instigar a participação ativa de estudantes universitários e indivíduos da BoP local vinculados a um projeto de extensão universitário.
	Gostaria de sugerir mudanças nas ferramentas utilizadas durante o percurso projetual?	-Houve dificuldade na compreensão das competências “leveza”, “móbil”, “simples” e “ênfase humano” da ferramenta Matriz de Frugalidade.	-Substituir a Matriz de Frugalidade, pela apresentação das Competências de IF, considerando os postulados de Basu <i>et al.</i> (2013) e Weyrauch e Herstatt (2017); -Desenvolver um glossário colaborativo; -Cocriar uma lista de sinônimos junto aos estudantes.
Validade da sugestão de artefato 1.	Quais os benefícios pessoais e profissionais percebidos pela sua participação nos <i>workshops</i> ?	-Conhecer como propor produtos e serviços, sob uma ótica inclusiva, sociocultural e ambiental, considerando os ODS.	-Não houve necessidade de ajuste, mas sugerisse a inclusão de competências educacionais para formalizar as capacidades adquiridas pelos estudantes durante a operacionalização do <i>framework</i> .

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

Conforme indicado acima, percebeu-se a necessidade de proceder a 7 alterações principais na estrutura do artefato inicialmente sugerido, sendo elas: (i) aplicação do *framework* em modalidade híbrida, com destaque para atividades presenciais; (ii) operacionalização do artefato em um semestre; (iii) integração de estudantes com potenciais usuários das soluções frugais; (iv) aplicação da ferramenta Análise Funcional em dinâmicas projetuais de prototipagem que demandem mais detalhes técnicos; (v) substituir a Matriz de Frugalidade pelas Competências de IF, seguindo os postulados de Basu *et al.* (2013) e de Weyrauch e Herstatt (2017); (vi) formalização de competências educacionais para guiar o processo de aprendizagem; e (vii) inclusão de outros tópicos teóricos e recursos didáticos sócio críticos para apropriação assertiva do conhecimento. As ferramentas Jornada do Usuário, Análise de Tarefa e *Lean Canvas* Frugal, bem como as metodologias e práticas de educação, as evidências de aprendizagem e os recursos/materiais de apoio para engajamento dos participantes permaneceram válidas.

Seguindo essas considerações, na Figura 10 apresenta-se a segunda sugestão de *framework*. **A sustentação teórica e prática que justificam esta segunda proposta pode ser observada no Apêndice D.**

Figura 10 – Estrutura do artefato sugerido 2


Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir, apresenta-se o desenvolvimento do artefato, seguindo a sugestão 2, o qual descreve seu ambiente interno para aplicação na UFMG.

4.3 Desenvolvimento do artefato

Tendo sido superadas as etapas do DSR relativas à conscientização do problema e à sugestão do artefato, passou-se à fase de desenvolvimento do artefato, cuja finalidade é fazer com que o *framework* esteja pronto para sua aplicação efetiva na solução do problema para o qual foi criado e, ao mesmo tempo, que possa ser generalizado para atender a problemas similares em outros contextos, de modo a se torna útil para a sociedade (Venable, 2006; March; Smith, 1995; Vaishnavi; Kuechler, 2004).

Para o desenvolvimento do artefato tomou-se como ponto de partida o segundo *framework* sugerido no tópico 4.2.2 (Figura 8), a partir do qual se buscou evoluir a sugestão 1 do artefato, de modo a considerar componentes adequados ao objetivo da pesquisa. Nesse sentido, a sustentação teórico-prática da proposta foi suportada pelas informações obtidas no *survey*, nas entrevistas com docentes, no experimento realizado em *workshops*, nos depoimentos dos estudantes colombianos, e nos achados do referencial teórico, reunidos ao longo do andamento do estudo. A continuação, apresentam-se os componentes que permitiam a conformação do ambiente interno do artefato desenvolvido.

4.3.1 Proposta de artefato

A partir da triangulação de referenciais teóricos e práticos do estudo, foi desenvolvido um arcabouço integrativo de dinâmicas educacionais universitárias e de extensão com o intuito de atender ao fenômeno estudado no contexto brasileiro. **No Quadro 54 (Apêndice B), são expostas as características funcionais da proposta** (sugestão de artefato 2), cuja aplicação foi em modalidade híbrida (síncrona e assíncrona).

Para a disciplina “Práticas em Empreendedorismo e Inovação Frugais” foram convidados discentes maiores de idade, vinculados ao DEP/UFMG, preferivelmente interessados nas atividades do LIDEP/UFMG, com desejo pessoal pela participação em atividades que levem à melhoria das condições de vida da população da BoP local e o engajamento em processos criativos que gerem soluções inovadoras em termos de produtos, serviços e modelos de negócio.

No tocante ao formato das aulas, foram realizados 18 encontros, às quintas-feiras, de 9:25 às 11:05 e 9 encontros aos sábados, de 8:00 às 10:00. As aulas aconteceram em modalidade presencial na Escola de Engenharia da UFMG. Nas quintas foram apresentados e discutidos aspectos teóricos e ADF, enquanto nos sábados os alunos do DEP/UFMG tiveram atividades práticas e atuaram como mentores junto aos participantes do Programa Incluir UFMG, sob orientação da pesquisadora e dos professores titulares da UFMG (orientadores acadêmicos).

Por sua vez, para o curso da “Gambiarra ao Produto Final”, foram convidados participantes maiores de idade, vinculados ao Programa Incluir UFMG, preferivelmente com conhecimentos prévios em empreendedorismo e com interesse em interagir com estudantes da UFMG para aplicar a sua criatividade no design de produtos/serviços e modelos de negócios inclusivos, sustentáveis e de baixo custo. O curso de extensão teve 13 encontros teórico-práticos e visou apresentar, por meio de um processo “aprender fazendo”, os princípios básicos de IF, EF, ODS, EC, *codesign* e ADF, para a compreensão das oportunidades e desenho de propostas que possam atender a demandas sociais e comunitárias das suas comunidades.

O trabalho conjunto com as duas turmas – discentes do DEP/UFMG e estudantes do Programa Incluir UFMG – foi iniciado no dia 27/04/2024 e concluído no dia 29/06/2024. Essa dinâmica buscou desenvolver um processo projetual com envolvimento interativo, criativo e cooperativo, em termos práticos e teóricos, em que pontos de vista de sujeitos com diferentes repertórios socioculturais foram igualmente discutíveis.

Para apoiar esse processo, em cada atividade foram utilizados cartazes chamativos, música, biscoitos, café, doces, glossário colaborativo, música e odorizante de ambiente, como forma de desenvolver a noção de lugar, identidade e pertencimento. Ademais, foram disponibilizados materiais para design, assim como foi fomentado o uso de recursos reciclados e reutilizados para conhecer as potencialidades e a versatilidade dos estudantes enquanto empreendedores frugais, ainda que iniciantes.

Para a autoavaliação, que aconteceu ao final de cada aula, foi utilizado um mural de *feedback* que permitiu aos participantes relatar a sua experiência, explorar suas perspectivas sobre aspectos técnicos, projetuais, educacionais, de convivência, bem como discutir outras questões relacionadas ao cotidiano dos mesmos. Nesse sentido, o mural visou abrir um espaço de reflexão e ação comunicativa sobre seu cotidiano, seus sentimentos e também suas angústias na ação projetual. Com essa articulação crítica, foi possível realizar ajustes no caminho e colocar aos participantes como *codesigners* da sua formação e das estruturas instituídas na disciplina e no curso de extensão universitário.

Além das aulas síncronas, foram realizados 4 encontros em formato assíncrono devido a feriados nacionais e recessos institucionais. 1 dos 4 encontros foi realizado em modalidade virtual/assíncrona, por meio de instruções disponibilizadas no *Moodle®*. Os outros 3 encontros foram conduzidos em modalidade presencial/assíncrona, para realização de visitas de campo e entrevistas com usuários do desafio escolhido por cada grupo. Os estudantes participaram dessas dinâmicas de forma autônoma. **A sustentação teórico-prática que justifica os componentes do artefato desenvolvido pode ser observada no Apêndice E.** A continuação, apresentam-se os resultados da etapa de avaliação do artefato desenvolvido para a UFMG.

4.4 Avaliação do artefato

Para dar sequência ao processo de avaliação do artefato proposto, a seguir apresentam-se os resultados das respostas expressas pelos estudantes aos questionários aplicados, para compreender as possibilidades e as restrições do artefato-alvo deste estudo.

4.4.1 Perfil dos respondentes

Para caracterizar o perfil dos respondentes, durante as entrevistas, foram convidados a indicar sua área de estudo, nível de formação acadêmica, conhecimento anterior sobre empreendedorismo e setor onde gostariam de trabalhar e/ou empreender. O Quadro 43 apresenta o perfil dos entrevistados.

Quadro 43 – Síntese do perfil dos estudantes brasileiros entrevistados

Código	Área de estudo	Nível de formação	Conhecimento em empreendedorismo	Setor onde gostariam de trabalhar e/ou empreender
E1.	Engenharia de Produção.	5º.	Sim.	Engenharia.
E2.	Engenharia de Produção.	10º.	Sim.	Consultoria em gestão.
E3.	Engenharia de Produção.	11º.	Sim.	Indústria da beleza.
E4.	Engenharia de Produção.	8º.	Sim.	Consultoria.
E5.	Engenharia de Produção.	7º.	Sim.	Alimentício.
E6.	Engenharia de Produção.	9º.	Sim.	Indústria de aço.
E7.	Engenharia de Produção.	7º.	Não.	Indústria da beleza.
E8.	Engenharia de Produção.	8º.	Sim.	Marketing.
E9.	Engenharia de Produção.	8º.	Sim.	Marketing.
E10.	Engenharia de Produção.	7º.	Sim.	Jogos eletrônicos e esportes.
E11.	Engenharia de Produção.	7º.	Sim.	Indústria da beleza.
E12.	Engenharia de Produção.	10º.	Não.	Serviços.
E13.	Engenharia de Produção.	10º.	Sim.	TICs.
E14.	Engenharia de Produção.	10º.	Sim.	TICs.
E15.	Engenharia de Produção.	9º.	Sim.	TICs e esportes.
E16.	Engenharia de Produção.	8º.	Sim.	Consultoria.
E17.	Belas artes visuais.	Completo.	Sim.	Artes.
E18.	Economia.	Completo.	Sim.	Artesanato.
E19.	Técnico em prótese dentária.	Completo.	Sim.	Decoração.

Fonte: Elaborado pela autora.

A apresentação descritiva de cada participante, exposta no Quadro 43, revelou que o grupo de entrevistados se compõe de 19 discentes com vínculo acadêmico na UFMG, sendo 16 graduandos da Escola de Engenharia e 3 profissionais – 1 designer, 1 economista e 1 técnica em prótese dentária – do Programa Incluir UFMG.

Quanto ao conhecimento prévio em alguma temática sobre empreendedorismo, 14 dos discentes do curso de Engenharia de Produção indicaram ter tido contato com o tema, através de: (i) disciplinas acadêmicas da UFMG; (ii) projetos de extensão e mentorias da UFMG; (iii) cursos técnicos em outras instituições de ensino do Brasil, (iv) estágio empresarial; e (v) negócios próprios/familiares. Em relação aos participantes do Programa Incluir UFMG, todos mencionaram ter tido aproximação com a temática por meio de atividades empreendedoras informais, tais como design de charges, vendas e decoração.

A seguir, apresentam-se os resultados e a discussão sobre a avaliação do artefato seguindo as três categorias de análise (heurísticas de avaliação descritas na subseção 3.1.5). Para organizar a escrita e fundamentar os resultados, utilizaram-se unidades de significado, seguindo a mesma lógica de análise de conteúdo realizada nas entrevistas com docentes. Essa codificação também permitiu identificar o perfil de cada estudante participante do estudo, conforme exposto no Quadro 43. **O total de unidades de significado que justificaram os resultados é exposto no Apêndice P (Quadro 62).**

4.4.2 Categorias e descrição

18 pontos foram solicitados aos estudantes entrevistados, em relação às categorias que compõem as concepções que descrevem os critérios de avaliação do *framework* – viabilidade do artefato, aceitação do artefato e validade do artefato –. Na sequência, apresenta-se a análise dos dados a partir dessas categorias.

- **Concepções sobre a avaliação de viabilidade do artefato**

Nesta categoria são reunidas as concepções dos discentes acerca dos aspectos técnicos e pedagógicos aplicados durante os experimentos, seguindo o formato do artefato proposto. Para essa primeira categoria, emergiram 118 unidades de significado, elencadas pelos entrevistados.

Os estudantes foram convidados a indicar sua perspectiva sobre a carga horária e o

número de encontros para abordagem das atividades teórico-práticas. Em relação ao tempo de aula, 10 dos alunos entrevistados informaram como adequados os horários de trabalho destinados para cada encontro. Em contrapartida, 9 dos discentes assinalaram ter tido dificuldade com a gestão da carga horária do dia sábado. De acordo com eles, é necessário ter mais tempo para socializar as ferramentas projetuais, bem como interagir com os participantes do grupo, de forma a entregar resultados mais efetivos e relacionados aos estilos de vida dos estudantes do projeto social.

“[...] somente no sábado que às vezes era um pouco corrido o tempo (U21E3).

“O desenvolvimento das ferramentas aos sábados, às vezes ficavam com um tempo apertado” (U24E7).

[...] o tempo de aula na quinta foi suficiente, mas nos sábados prejudicava um pouco o desenvolvimento do grupo, ficávamos correndo contra o tempo para terminar os entregáveis e por isso, não tínhamos a quantidade de informação desejada (U30E11).

Quanto ao número de encontros por aula, 11 dos estudantes entrevistados, considerando o total de 19 participantes, mencionaram como adequado a quantidade de aulas realizadas às quintas-feiras e aos sábados na Escola de Engenharia. Por outro lado, 8 discentes sugeriram dar prioridade às aulas práticas no Programa Incluir UFMG, para ter mais espaço de integração e alinhamento de ideias, objetivos e expectativas. Nesse sentido, os estudantes recomendaram incrementar o número de encontros para as atividades projetuais aos sábados.

“Acho que seria vantajoso acrescentar alguns sábados. Ou reservar mais sábados para a prototipagem” (U1E1).

“[...] acredito que se tivesse mais encontros aos sábados, principalmente com atividades práticas, teria sido adequado o número de aulas” (U4E4).

“Eu faria o teste de incluir mais 2 encontros aos sábados e diminuir dois encontros às quintas” (U19E15).

“Acrescentaria mais encontros aos sábados para ser possível um contato maior com os alunos do Incluir” (U202E7).

É relevante destacar que a decisão da carga horária e da quantidade de encontros aos sábados foi dada por questões contingenciais, resultantes de eventos institucionais e da greve de professores da UFMG. Entretanto, mesmo não sendo esse número de horas/aulas o ideal para instigar uma integração ativa entre os estudantes da Engenharia e do Programa Incluir UFMG, foi possível atingir os objetivos traçados, contornando essa conjuntura e fazendo uso dos recursos disponíveis. Situação essa que, representou uma oportunidade de aprendizagem, ao permitir a identificação da forma de realizar as aulas teóricas e práticas, para um exercício

pedagógico flexível em IF e EF.

Particularmente, 3 estudantes universitários apresentaram concepções sobre o número de participantes do Programa Incluir UFMG. Os formulários para esta etapa da pesquisa não deram direcionamento prévio e mais explícito para que os respondentes discursassem acerca desse tópico. Todavia, ele apareceu em 3 concepções, reveladas por essas entrevistadas. Segundo elas, a despeito da pouca representação desses discentes no experimento (três estudantes), o número foi ideal para atender ao tempo pautado nas atividades projetuais e aprender a se relacionar com esse tipo de participante, devido a sua escassa experiência em projetos sociais.

“[...] no sábado, acredito que se tivesse mais participantes do Incluir, 2h não seria suficiente” (U26E9).

“[...] para mim o número de estudantes do projeto social por grupo é adequado. A gente está conseguindo avançar bem e estamos conversando entres todas” (U28E12).

[...] acho que se tivéssemos mais estudantes do Programa Incluir não daríamos conta [...], o número foi adequado porque não temos experiência prévia de interação com esse tipo de pessoas e temos que agilizar o trabalho aos sábados [...]. Temos só uma pessoa do projeto social por grupo e já está sendo desafiador (U27E11).

O achado apontou que o número ideal de participantes para práticas projetuais frugais depende da experiência prévia que os estudantes possuem com pessoas da BoP local. Nesse sentido, o perfil dos estudantes universitários influencia na quantidade de indivíduos que devem conformar as equipes de trabalho. Essa consideração possui relação com a afirmativa de Jagtap *et al.* (2013), no que se refere à existência preliminar de habilidades para trabalhar com populações em vulnerabilidade socioeconômica, de modo a conseguir que todos os participantes avancem rapidamente nas discussões e nos propósitos do *codesign*.

No tocante ao ambiente físico em que foi realizado o experimento, de maneira geral, os estudantes entrevistados mencionaram como adequadas as características dos locais utilizados, pois puderam se mover livremente para desenvolver as atividades. Esse achado apontou como favorável o uso de salas de aula e/ou espaços abertos que permitam o movimento do corpo em processos de educação do valor frugal, confirmando os postulados de Woo e Hew (2017). De acordo com os autores, os ambientes que promovem a liberdade de movimento e atividades ao ar livre incentivam a educação em inovação e empreendedorismo frugais. A Figura 11 ilustra os atributos da sala utilizada durante as atividades projetuais grupais.

Figura 11 – Sala para atividades projetuais

Fonte: Elaborada a partir dos achados.

Apesar de que a maioria dos entrevistados mencionaram que o ambiente de educação foi adequado, 3 dos respondentes salientaram a necessidade de revisão de alguns atributos da infraestrutura utilizada, a saber: (i) ausência de mesas grandes; (ii) pouca iluminação; e (iii) presença de recursos físicos sem manutenção. Esses aspectos são considerados pelos estudantes como obstáculos para que o processo de aprendizagem seja criativo.

“[...] as aulas de quinta-feira foram prejudicadas pela sala inadequada. Ela era muito escura e o projetor não funcionava corretamente” (U46E8).

“[...] poderiam ter mesas maiores para facilitar o trabalho nos cartazes” (U56E16).

“Foi confortável [...], não sei se adequado para o processo criativo, pela iluminação e pelas mesas pequenas” (U42E4).

As falas dos estudantes salientaram a relevância de uma infraestrutura física bem equipada para o desenvolvimento e o acolhimento das atividades projetuais em IF e EF. Não obstante, é importante considerar que, nem todas às vezes, contamos com a estrutura ideal para realização dessas atividades. Nesse cenário, os participantes e o professor podem colocar em prática a frugalidade, conforme apontam Masters (2020, 2024), Arnab (2020) e Arnab *et al.* (2021). De acordo com os autores, a frugalidade representa um aspecto essencial para mitigar restrições que possam surgir durante o processo pedagógico frugal, nos mais variados cenários educacionais. Seu uso permite alavancar recursos disponíveis à mão, para atender às necessidades latentes e emergentes do contexto de aprendizagem.

Para operacionalizar os postulados dos pesquisadores, durante o experimento foram realizadas adequações à infraestrutura das salas de ensino. Mais especificamente, foram implementadas ações durante as aulas aos sábados, aproveitando a liberdade da pesquisadora no projeto social. Entre as principais atividades realizadas, têm-se: (i) posicionar cartazes coloridos; (ii) colocar música e odorizante de ambiente; (iii) entregar *kit* projetuais, compostos por – pincéis, régua, *post-its*, folhas brancas, tesoura, papel kraft, biscoitos e doces; e (iv) reutilizar recursos descartados para instigar a frugalidade.

Também foi construída uma caixa com recursos pedagógicos, composta por frases alusivas ao processo criativo e materiais reutilizados disponibilizados pelos estudantes. Além disso, a pesquisadora utilizou blusas com a palavra frugal e decorou os nomes de todos os participantes para incentivar o senso de compromisso e o pertencimento no grupo. As evidências desses recursos são ilustradas nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Recursos pedagógicos utilizados durante o processo projetual (parte 1)



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Nota: (a), (b) e (c) “Caixa Frugal” utilizada para armazenar e compartilhar recursos físicos pedagógicos e projetuais; (d) “Caixa Frugal” com chaveiro da comunidade indígena Wayúu da Colômbia para lembrar o impacto socioeconômico da frugalidade; e (e) e (f) blusas utilizadas durante as aulas.

Figura 13 – Recursos pedagógicos utilizados durante o processo projetual (parte 2)



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Nota: (a) quadro desenhado com materiais reciclados e reutilizados; (b) e (c) conjunto de recursos para incentivar a criação dos mapas mentais aos sábados; e (d) *templates* guias para aplicação das ferramentas / “Caixa Frugal” com recursos pedagógicos para as atividades grupais.

Essas iniciativas foram identificadas como positivas pelos estudantes, demonstrando a efetividade dos princípios de Masters (2024) e as recomendações de Arnab (2020) e Arnab *et al.* (2021), para suporte e desenvolvimento de ambientes e práticas de educação em IF e EF. Resultados esses que, ressaltam o exercício educacional em inovação e empreendedorismo frugais como uma prática essencialmente criativa, flexível, sustentável e resiliente.

Em se tratando de aspectos pedagógicos, notou-se que a preocupação da pesquisadora/professora em conseguir estabelecer um vínculo com os discentes, por meio de seus nomes, proporcionou uma ligação menos informal com todos eles, para superar barreiras e bloqueios que possam impedir que a aprendizagem se desenvolva fluidamente. As palavras dos entrevistados confirmaram essas ponderações:

“Muito adequado o ambiente [...] o quadro desenhado, música, cheiro, biscoitos” (U47E9).

“Ótimo, inclusive um dos melhores que já tive na UFMG, todo o apoio, ambientação, e condução da professora foi excepcional. Sempre havia um esforço nítido buscando que tudo desse certo” (U51E13).

“A organização da professora foi excepcional, é um ponto muito positivo” (U53E11).

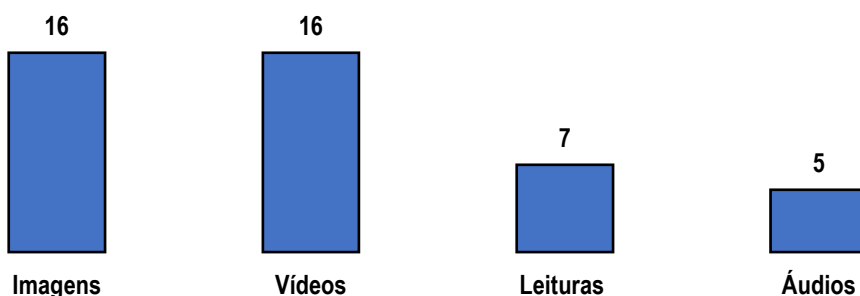
Parabéns por construir um ambiente mais confortável [...]. O projeto foi uma experiência incrível. Sua dedicação como professora, tanto durante as aulas regulares quanto nas aulas de sábado, foi excepcional. Seu esforço para garantir que as relações

entre todos os alunos estivessem alinhadas foi notável. É muito raro ver professores decorarem nossos nomes, mesmo após várias aulas com os mesmos alunos (U52E8).

Gostaria de agradecer pela vontade de fazer acontecer esse projeto e pelo cuidado com os detalhes, com os materiais para facilitar o uso dos cartazes, as decorações, os *slides* bonitos e todos os demais cuidados [...]. Parabéns por tratar os alunos pelos seus respectivos nomes (U57E16).

Os estudantes entrevistados também foram convidados a indicarem os principais recursos e materiais de apoio educacional, que acharam mais adequados durante as aulas. Eles destacaram os vídeos (16) e as imagens (16) como os mais apropriados para abordagem das temáticas do experimento. As leituras (7) e os áudios (5) foram as menos citadas, como apresentando no Gráfico 17. No formulário 3, os respondentes puderam marcar mais de uma opção nessa questão.

Gráfico 17 – Recursos e materiais de apoio educacionais



Fonte: Dados coletados e processados.

Os vídeos utilizados durante as aulas foram conformados por filmes, documentários e clipes curtos sobre casos reais de IF e EF do Brasil, da Colômbia, do México e da Índia. Já as imagens foram compostas por: (i) fotos impactantes que retratam as restrições socioeconômicas e culturais da América Latina, bem como soluções frugais corporativas, da BoP e universitárias em diferentes estágios; (ii) imagens e narrativas locais chamativas; e (iii) charges de diferentes países. Esses recursos foram selecionados seguindo preceitos da teoria crítica da tecnologia e da teoria da construção social para instigar uma visão mais holística e frugal do design. Na ótica dos estudantes, esses elementos foram oportunos para criar vinculações entre o visto em aula e suas realidades, bem como desenvolver uma mentalidade diferente em relação à criação de novos produtos. A Figura 14 sumariza graficamente os recursos audiovisuais utilizados durante o experimento.

Figura 14 – Recursos audiovisuais utilizados durante o experimento



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Nota: (a) imagem de Thiago Cabral (2021)³³, (b) imagem de Folha São Paulo (2024)³⁴; (c) tela da Moodle® UFMG; (d) imagem resgatada na Vishal Bhidu (2018)³⁵, (e) imagem do vídeo “um litro de luz” da RELIF (2024)³⁶; (f) tela de Google Jamboard®; (g)³⁷ e (h)³⁸ inovações frugais latino-americanas; e (i) tela de Classroomscreen®.

³³THIAGO CABRAL. **A quem interessa a desigualdade social no Brasil de 2021?**, 2021. Disponível em: <https://www.tiagocabral.com/2021/01/a-quem-atende-desigualdade-social-no.html>. Acesso em: 08 ago. 2024.

³⁴FOLHA DE S. PAULO. **Darién: por que a região é conhecida como selva da morte?**, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/tv/2024/03/darien-por-que-a-regiao-e-conhecida-como-selva-da-morte.shtml>. Acesso em: 08 ago. 2024.

³⁵VISHAL BHIDU. **Review: Padman drives a powerful message on menstrual health**, 2018. Disponível em: <https://vishalbheeroo.wordpress.com/2018/02/13/review-padman-drives-a-powerful-message-on-menstrual-health/>. Acesso em: 08 ago. 2024.

³⁶RELIF. **Litro de luz**, 2024. Disponível em: <https://www.instagram.com/reel/C7UQjd3OFs6/?igsh=eWY5dDFzM3hiZmdi>. Acesso em: 08 ago. 2024.

³⁷WAWALAPTOP. **Wawalaptop**. Disponível em: <https://wawaperu.org/>. Acesso em: 08 ago. 2024.

³⁸QINAYA. **Mucho más que computadores**. Disponível em: <https://qinaya.app/>. Acesso em: 08 ago. 2024.

Esses recursos e as atividades inspiraram a criatividade dos estudantes, o que ficou evidenciado com a iniciativa de um dos participantes em desenvolver uma charge da pesquisadora para ter um legado do curso e disseminar a palavra frugal no seu trabalho³⁹. A Figura 15 retrata o material criado pelo discente.

Figura 15 – Charge da pesquisadora



Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Dale (1946), é importante realizar um uso combinado de diferentes formas de transferir o conhecimento para aumentar a taxa de retenção dos conteúdos nos indivíduos. Isso porque, conforme explicam, Sutili e Raineri (2022, p. 6):

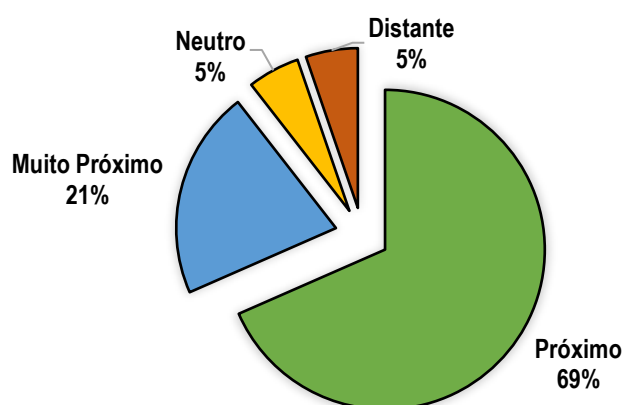
Existem pessoas que são auditivas, que se conectam melhor com o mundo escutando, outras são visuais, e um terceiro grupo, os cenestésicos, que se adaptam melhor com contato físico, ou seja, são mais efetivos através de uma comunicação com estímulos táteis. Dependendo de quão aguçado é esse sentido, a absorção de informações pode ser maior por essa via.

Analisando essas argumentações e os dados do Gráfico 17, é possível inferir que a utilização de um *mix* de recursos audiovisuais em dinâmicas de educação em IF e EF é favorável, pois permite aumentar as chances de uma captação mais completa do conhecimento sobre o valor frugal, assim como traduzir conceitos e tópicos teóricos, de modo a atender aos diversos perfis de aprendizagem dos participantes.

³⁹A charge está disponível na conta oficial do Instagram do estudante. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/C9XfKuruFUh/?igsh=MTVwbXZjMXVvd2h3Nw==>. Acesso em: 08 ago. 2024.

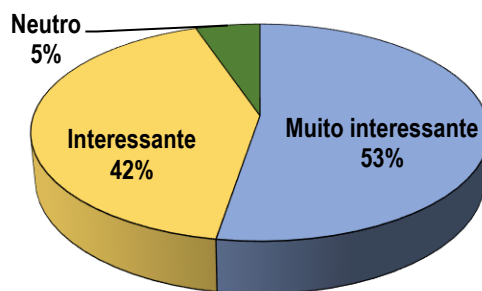
Os respondentes também foram questionados sobre o grau de proximidade da sua área de estudo com o escopo da disciplina/curso (Gráfico 18). As opções de próximo (68%) e muito próximo (25%) foram as mais selecionadas. Apenas as opções neutro e distante que apresentaram 5% de frequência, apontando esses elementos como menos examinados na escolha dos estudantes. De modo geral, os resultados dessa questão foram positivos, pois 17 dos 19 respondentes indicaram a dinâmica educacional proposta como um instrumento com alta adesão aos seus conhecimentos prévios em outras áreas. Isso corrobora o caráter interdisciplinar do *framework*, visto que os participantes do experimento possuem diversas formações acadêmicas, principalmente em Engenharia, Ciências Sociais e Humanas.

Gráfico 18 – Grau de proximidade da sua área de estudo com o escopo da disciplina/curso



Fonte: Dados coletados e processados.
N = 19.

Por fim, os estudantes foram convidados a avaliar o conteúdo temático visto durante a disciplina/curso, selecionando as seguintes opções: muito interessante, interessante, neutro, pouco interessante e nada interessante. O Gráfico 19 revelou que os tópicos tratados foram relevantes para os estudantes, visto que a maior parte deles (18) respondeu muito interessante (53%) e interessante (42%) a essa pergunta. Esses resultados permitiram corroborar que o material teórico-prático – conformado pela revisão da literatura e pelas experiências práticas capturadas no *survey*, nas entrevistas semiestruturadas com docentes e estudantes do experimento preliminar colombiano – pode ser utilizado para implementar processos educacionais e de extensão atrativos em IF e EF no Brasil.

Gráfico 19 – Grau de concordância com o conteúdo temático visto durante as aulas

Fonte: Dados coletados e processados.

N = 19.

Numa visão geral, a categoria permitiu constatar o imperativo de realizar uma dinâmica educacional dialógica e inclusiva para entender as necessidades dos participantes e responder às contingências que possam emergir no processo. Nesse sentido, os achados evidenciaram a capacidade de aplicação do *framework* no cenário pesquisado, considerando os elementos mapeados nas etapas 1, 2, 3 e 4 da pesquisa. Da mesma forma, as concepções analisadas permitiram delimitar elementos teóricos e técnico-educacionais indispensáveis para tornar mais flexível e replicável o artefato em âmbitos educacionais similares.

- **Concepções sobre a avaliação de aceitação do artefato**

Nesta categoria, são discutidas concepções dos discentes acerca do grau de aceitação do *framework*, em formato de disciplina/curso presencial, para compreender se o artefato permitiu cumprir com o objetivo de entender como realizar a apropriação do conhecimento em IF e EF junto aos participantes para design de soluções frugais. Para essa segunda categoria, emergiram 126 unidades de significado, elencadas pelos respondentes.

Para iniciar o processo de caracterização da percepção dos estudantes entrevistados, acerca da sua experiência no experimento, foram convidados a indicar se já sabiam ou tinham tido contato com algum conteúdo sobre IF e se já desenvolveram projetos/empreendimentos com enfoque frugal. Do total de 19 participantes, 7 mencionaram ter tido aproximação com a temática por meio da disciplina “Oficina de Produto e Projeto” do DEP/UFMG.

De acordo com eles, a disciplina não aborda formalmente a IF, mas utiliza as características desse tipo de inovação, a fim de desenvolver produtos para a BoP. Ainda os estudantes indicaram que a disciplina não apresenta conceitos de empreendedorismo, pois apenas objetiva a ideação sociotécnica de um artefato, sem considerar aspectos que guiem a

proposição de ações para troca de valor. Por sua vez, 12 respondentes mencionaram não ter tido contato com esse conteúdo nem conhecer o termo “frugal”.

Na disciplina ‘Projeto de Produto’ vimos alguns casos sobre inovação de baixo custo, com foco em atender às necessidades da BoP, mas sem abordar questões econômicas [...] meu grupo fez um suporte para os Yanomamis carregarem os baldes de água na cabeça [...]. Pensamos desde o tipo de material, dimensões do produto e todas as características para atender ao cliente final (U124E6).

Nunca! Foi minha primeira vez tendo contato com o tema de Inovação Frugal. Aliás, nem mesmo tinha ouvido falar sobre a palavra frugal, sendo um dos motivos que me levou a cursar a disciplina, pela oportunidade de aprender algo totalmente novo (U122E4).

Nesse processo de indagação do perfil dos participantes, os estudantes também foram convidados a expressar a justificativa e as expectativas de participação na disciplina/curso. 16 dos respondentes informaram ter decidido participar do experimento pelo interesse em conhecer novas ferramentas e tópicos sobre inovação e empreendedorismo em países com restrições de recursos, e pela possibilidade de interação com pessoas de baixo poder aquisitivo, de modo a resolver problemáticas reais a partir dos conhecimentos vistos em aula.

“[...] principalmente pela oportunidade de ajudar os alunos do Projeto Incluir. Sempre gostei de ajudar o próximo, independente da forma que fosse, e isso me deixa extremamente grato de fazer parte dessa turma” (U140E4).

“Interesse por entender melhor como funciona e quais são as oportunidades de empreender em países emergentes” (U151E15).

“Porque sinto falta de conectar conceitos do curso para ajudar a sociedade que não tem acesso a esses conceitos” (U152E16).

Tenho interesse em empreender e vejo esta disciplina como uma oportunidade para uma imersão mais profunda no assunto. Acredito que os momentos práticos proporcionam uma compreensão mais ampla do mercado e das perspectivas de outras pessoas, então a participação no Projeto Incluir é interessante. Além disso, esta experiência representa uma oportunidade diferente de qualquer outra que vivenciei na faculdade, [...] para compartilhar meus conhecimentos com outras pessoas fora da universidade (U144E8).

Apesar de termos desenvolvido um produto em outras disciplinas, não foi de forma real, para pessoas reais, em um projeto real. Acredito que ao longo do curso aprendemos muito sobre ferramentas, sobre técnicas e métodos, mas poucas vezes implementamos, muito menos em contextos em que exista um impacto social (U157E2).

Particularmente, os estudantes do Programa Incluir UFMG mencionaram o interesse pelo curso devido ao seu nome “Da Gambiarra ao Produto Final” e pela oportunidade de conhecer outra forma de inovar e empreender. De acordo com o Dicionário *Online* Português

(2025), a palavra gambiarra refere-se a uma “solução improvisada para resolver um problema ou para remediar uma situação de emergência”. Considerando essa definição e com apoio da equipe de marketing do projeto social, o termo foi utilizado com um gancho para atrair pessoas da BoP local com interesse em aproveitar sua criatividade e recursividade para geração de soluções.

“Decidi participar por gostar de criar e usar outras formas de manusear objetos que não se usa atualmente, reciclar coisas e ações” (U153E17).

“Estou participando porque o nome do curso me chamou muito a atenção e curiosidade [...] quero aprender a transformar uma coisa simples em uma coisa útil” (U154E18).

“Fui convidada a participar do curso pelo nome gambiarra, daí despertou em mim grande curiosidade de saber como seria e até que ponto minha imaginação chegaria, também gosto de inovar, adoro desafios” (U155E19).

Após o mapeamento das motivações em participar da disciplina/curso, os estudantes foram convidados a comentar as etapas, atividades ou ferramentas que mais e menos gostaram durante o processo educacional. Na Tabela 6, apresentam-se os resultados mencionados pelos entrevistados.

Tabela 6 – Etapas, atividades ou ferramentas preferidas pelos estudantes

Etapas, atividade ou ferramenta que mais gostaram	Quantidade de concepções
Casos de estudo reais e soluções frugais (corporativas, da BoP e universitárias).	8
Trabalho em equipe aos sábados.	8
<i>Lean Canvas</i> Frugal + <i>Pitch</i> (prototipagem final).	6
Mapa dos <i>Stakeholders</i> + Persona.	4
Jornada do Usuário + E se? + Análise de Tarefa.	4
<i>How Might We?</i> + Competências de IF.	4
<i>Storyboard</i> + 5 porquês.	4
Desafio Estratégico + ODS.	2
Fronteiras conceituais entre IF, IS e IJ.	2
Palestrante convidada – temática: gambiarra <i>versus</i> IF.	1

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

Seguindo os dados acima, pode-se observar que os estudantes pesquisados gostaram da maioria das etapas, atividades e ferramentas utilizadas durante o experimento, dando destaque para dinâmicas de discussão de casos de estudos, atividades grupais no projeto social, definição do usuário-chave e suas ações, e apresentação final. No que diz respeito às atividades e aos instrumentos projetuais que menos gostaram, os estudantes elencaram as seguintes: (i) entrevistas com usuários; (ii) *Role-playing*; (iii) resenhas acadêmicas; e (iv) *Blueprint*.

Em relação às entrevistas, notou-se uma certa limitação, enunciada nas concepções dos estudantes, sobre a forma de abordar essa dinâmica de campo, uma vez que eles mencionaram

não ter tido ideia de como iniciar a conversa e quais perguntas apresentar ao usuário entrevistado, pois não possuíam formação nem experiência prévia com essa atividade.

“[...] na realização das entrevistas estávamos mais com dúvidas do que íamos fazer e como poderíamos fazer, [...] era difícil saber o que perguntar e falar, não temos experiência com isso” (U190E11).

Convém salientar que, durante as aulas, foram realizadas atividades preparatórias por meio da ferramenta *Role-playing*, de modo a simular o processo das entrevistas. Os estudantes também receberam exemplos de TCLE, bem como tiveram a liberdade de tirar dúvidas e codesenhar o roteiro de perguntas. Todavia, a maioria dos estudantes ficaram apreensivos de expressar suas dificuldades durante a dinâmica de encenação e as entrevistas, o que impossibilitou a sua reconfiguração no caminho. Conforme um dos respondentes, a ausência de comunicação das dificuldades com essa etapa projetual e com a ferramenta foi dada por questões idiossincráticas e tempo de envolvimento com a comunidade estudada:

[...] a turma não estava expressando realmente o que estavam pensando sobre as entrevistas e a ferramenta, as dificuldades que estávamos tendo, mas é uma questão cultural e do tempo das aulas, precisamos de mais tempo de interação com o pessoal da comunidade para nos soltarmos, ou termos exemplos mais próximos para avançar rapidamente nesse entendimento (U239E15).

Outro fator que pode explicar as limitações encontradas nas entrevistas com os usuários, foi a falta de liderança dos participantes do Programa Incluir UFMG em suas comunidades. Segundo os respondentes da Engenharia, os discentes do projeto social não eram líderes em seus bairros ou localidades, pelo qual não possuíam poder de persuasão na população, o que refletiu numa distância nas interações com esses indivíduos. Essa situação enfatizou o imperativo de selecionar *partners* sociais que representam as comunidades estudadas, de modo a suportar o exercício educacional entre academia-sociedade civil para geração de projetos frugais.

Não gostei muito das entrevistas, pois o processo de reconhecimento aprofundado do usuário do produto (persona) foi muito complexo devido à distância entre os alunos e o usuário final. Embora tivéssemos um intermediário, o contato ainda era distante e insuficiente para um entendimento mais completo (U192E8).

Considerando as dificuldades com as entrevistas, 7 dos respondentes sugeriram aplicar essas atividades desde o início para ajustar aspectos socioculturais no processo de reconhecimento do perfil do usuário, assim como realizar uma identificação de um produto utilizado ou desenvolvido pela própria BoP pesquisada, para aplicar os conhecimentos técnicos sobre IF e EF de forma ágil. Assim, o processo de prototipagem seria iniciado nas primeiras etapas da disciplina, no mesmo momento das entrevistas, a partir de um artefato existente. Essa

proposta, permitiria o trabalho conjunto em torno de uma mesma problemática, a fim de que a dinâmica projetual seja menos abstrata para os estudantes.

“Eu sugeriria inserir a etapa de prototipagem no início, para que pudéssemos partir de uma ideia de produto e desenvolver o projeto a partir dessa base” (U204E8).

“Acho que poderíamos realizar o protótipo e as entrevistas desde o início. Seria muito enriquecedor e uma forma de coletarmos o *feedback* antes de darmos prosseguimento às etapas finais” (U207E14).

Acredito que a etapa de entrevistas deveria ser feita antes das ferramentas de Jornada do Usuário e Análise da Tarefa, pois acho que traria um tom mais aberto a descobertas na entrevista e consolidação dessas informações nas ferramentas [...] (U206E10).

Acredito que tentaria de colocar a prototipagem no início [...] fazer isso daria um norte inicial, já ajudaria todo o projeto, pois foi muito difícil ter contato com o usuário no meio das atividades, a gente partiu de um desafio apresentado pelo estudante do Incluir, mas eles não têm tanto contato assim com a comunidade, com o usuário final (U200E4).

Quanto às resenhas acadêmicas, 3 estudantes entrevistadas indicaram como desafiadora essa atividade. De acordo com suas falas, observou-se que a carência de documentos científicos sobre IF e EF em língua portuguesa, levando em consideração que a maioria do material acerca da temática é em inglês, pode ter criado uma apreensão e dificuldade dos estudantes na produção desse gênero textual.

“Acho que a atividade que menos gostei foi realizar as resenhas. A maioria dos artigos eram em inglês e, às vezes, exigiam muito tempo para que eu conseguisse entender tudo” (U196E14).

Para o caso dos estudantes do Programa Incluir UFMG, não foi solicitada a realização desses documentos. Considerando seu perfil, os discentes apresentaram fotos e reflexões informais sobre o conteúdo apresentado durante o curso, a fim de entender o impacto dos saberes tratados em aula nas suas vidas cotidianas. De modo geral, os resultados foram positivos, pois permitiram evidenciar uma síntese das informações de forma contextualizada, conforme ilustra a Figura 16.

Figura 16 – Evidência de aprendizagem

O que é inovação frugal e gambiarra tem em comum? Ambas se valem muito da criatividade e do envolvimento das pessoas que as desenvolvem e com o contexto em que são utilizadas. Envolve poucos recursos. Muitas empresas usam a inovação frugal, porém ela é pouco conhecida.

Diferenças: a inovação frugal é planejada, gera soluções de qualidade e de baixo custo. A gambiarra é uma solução imediata que não resolve o problema, é muito intuitiva e de baixa qualidade.

Vou aplicar as características da inovação frugal para solucionar uma problemática da minha comunidade. Com a inovação frugal vamos criar uma solução efetiva para esse lixo. Fotos que descrevem a situação no meu bairro:



Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: A imagem ilustra uma narrativa visual criada por uma das participantes do Programa Incluir UFMG.

Seguindo essa evidência de aprendizagem e os achados sobre os principais recursos e materiais de apoio educacionais (Gráfico 17), as resenhas acadêmicas podem ser substituídas por imagens e narrativas que representem histórias socioculturais para fomentar o engajamento dos estudantes. De acordo com Kimbell e Julier (2012), esses recursos permitem entrelaçar, a partir de um enfoque etnográfico, diversos espaços e vivências que compõem a realidade dos participantes de processos projetuais, sendo uma via para geração de conexões emocionais. Assim, a solicitação de evidências de aprendizagem que integralizam o dia a dia dos estudantes com conteúdo técnicos e teóricos em IF e EF, parece ser mais oportuna para realizar uma internalização das informações dessas temáticas, de maneiras mais abrangentes e empáticas.

No tocante à ferramenta *Blueprint*, 4 estudantes mencionaram ter tido dificuldade com sua aplicação. Na ótica dos entrevistados, a ferramenta projetual exigiu amplo conhecimento de materiais e processos do produto/serviço e do usuário, em termos de produção e uso, para realizar a aplicação do enfoque frugal. Nesse sentido, percebeu-se que a ferramenta pode ser mais favorável em etapas projetuais mais avançadas que exigem detalhes técnicos específicos para desenvolvimento da solução. Nesta pesquisa, o objetivo principal do experimento foi apropriar as noções de IF e EF para desenhar propostas conceituais de produtos e modelos de negócios que atendam às demandas sociais e comunitárias selecionadas.

“*Blueprint*, achei confuso o entendimento da ferramenta, exige identificar muitos elementos técnicos” (U188E4).

“Acredito que o *Blueprint* tenha sido o mais complicado, das ferramentas que meu grupo citou [...] demanda mais conhecimento técnico e processual sobre o produto e o usuário” (U191E6).

Os estudantes também foram convidados a indicarem os principais desafios com relação à interação entre os estudantes da Engenharia e do Programa Incluir UFMG. Conforme 10 respondentes, a linguagem e a diferença de conhecimentos foi um empecilho durante o processo projetual. Enquanto para os estudantes da Engenharia a dificuldade foi dada pela falta de conhecimento técnico dos participantes do projeto social, para esses últimos a principal barreira foi a ausência de conhecimento experiencial dos graduandos para entender as realidades dos seus bairros.

“[...] foi difícil explicar em linguagem simples para o participante do Incluir como aplicar as ferramentas e os termos técnicos [...]” (U211E16).

“[...] os alunos do Incluir não têm conhecimentos prévios em ferramentas de design nem de aspectos técnicos, achei eles distantes às vezes” (U217E2).

“Tivemos dificuldade para conciliar todos os conhecimentos da turma e tentar conectar todos eles” (U223E6).

“[...] eu falo para os estudantes de Engenharia como funcionam as coisas no meu bairro, mas eles não entendem nosso jeito [...]” (U235E17).

Para resolver essa situação e contextualizar o conhecimento, foram realizadas diversas atividades, a saber: (i) tradução de termos de inglês para o português; (ii) construção de um glossário, a partir dos termos que os participantes informaram não entender; (iii) geração de sinônimos dos termos técnicos, para refletir à realidade dos estudantes; (iv) apresentação de exemplos de aplicação das ferramentas projetuais; e (v) aplicação de um mural de socialização, para identificar o que os participantes estavam curtindo e não curtindo no experimento. Essas atividades permitiram reconfigurar e adequar as ferramentas utilizadas durante o processo para atender aos diversos saberes dos estudantes. As Figuras 17 e 18, retratam os resultados dessas dinâmicas.

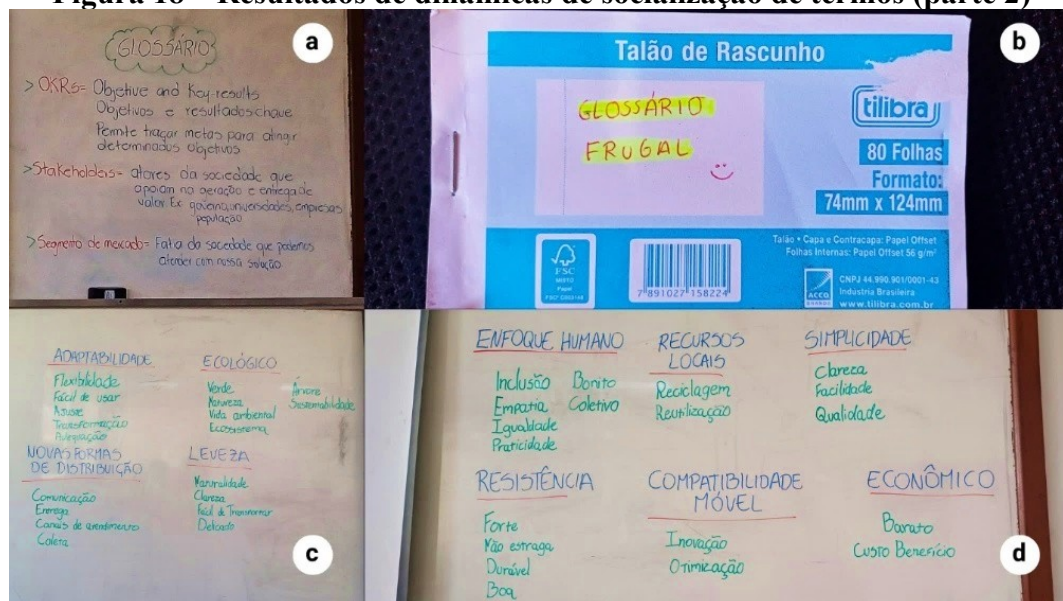
Figura 17 – Resultados de dinâmicas de socialização de termos (parte 1)



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Nota: (a) sinônimos das Competências de IF elencados pelos estudantes do DEP/UFGM; (b) mural de socialização aplicado após as dinâmicas projetuais; (c) resultados de chuva de ideias; e (d) frases chamativas para incentivar a socialização.

Figura 18 – Resultados de dinâmicas de socialização de termos (parte 2)



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Nota: (a) glossário coletivo em quadro; (b) glossário coletivo em papel; e (c) e (d) sinônimos de Competência de IF apontados pelos estudantes do Programa Incluir UFGM.

Embora os participantes tenham apontado dificuldades, suas percepções permitiram realizar ajustes durante o experimento. Essa dinâmica fez com que os participantes contemplassem o processo educacional como uma atividade enriquecedora. O que se observou, pelas entrevistas, é que o *codesign* é uma via oportuna para atender aos distintos perfis dos

estudantes, bem como promover o autoconhecimento, o empoderamento e a inclusão dos envolvidos como agentes de geração de valor frugal no contexto universitário.

“[...] apesar dos pontos de melhoria no geral o resultado foi muito positivo, conseguimos muitos aprendizados!” (U242E10).

“Adorei a disciplina! Não sabia que podia aprender sobre mim interagindo com pessoas de outra realidade [...]. Obrigada pela oportunidade de participar desse projeto!” (U243E12).

“Em relação à experiência como um todo [...] saiba que você se saiu muito bem. Nunca participei de uma disciplina que me permitisse opinar sobre como codesenhar nossas atividades, muito obrigada!” (U240E11).

“Eu, particularmente, me senti muito honrada em fazer parte da disciplina e do projeto da professora. Aprendi muito! Obrigada por considerar nossas sugestões” (U244E16).

Como estudantes, normalmente nos adaptamos aos professores, o que não é tão positivo, mas permite que o professor leccione da forma mais confortável para ele. Ter tido a possibilidade de codesenhar a disciplina foi incrível! É ótimo poder entender quais seriam as dinâmicas mais confortáveis tanto para os alunos interessados na matéria quanto para o professor durante o desenvolvimento das aulas. Parabéns pelo projeto e obrigada pelo suporte! (U241E8).

Em relação aos principais benefícios que os discentes observaram na sua participação no experimento, foram elencados os seguintes: (i) ampliar a perspectiva sociocultural; (ii) interagir com pessoas de diferentes idades, formações, motivações e realidades; (iii) se comunicar empática e assertivamente; e (iv) colocar em práticas conceitos teóricos vistos em aula. Uma síntese das principais concepções postuladas pelos respondentes é apresentada no Quadro 44.

Quadro 44 – Síntese dos benefícios da interação educacional apontados pelos participantes

Benefícios	Concepções dos entrevistados
Ampliar a perspectiva sociocultural.	- “[...] ganho cultural incrível!” (U229E13); - “[...] quebrar bem a barreira da idade/formação cultural e profissional” (U231E15); - “[...] estar em contato com alguém com tanta vontade de se desenvolver e preocupado com a temática que estávamos desenvolvendo, permitiu ter uma perspectiva sociocultural diferente”. (U232E16).
Interagir com pessoas de diferentes idades, formações, motivações e realidades.	- “O benefício foi de trabalhar em conjunto com outras áreas do conhecimento voltado para resolução de um problema real” (U222E6); - “[...] conhecer pessoas de outra realidade social. Se não fosse pelo experimento, eu nunca teria tido essa oportunidade” (U216E1); - “Foi ótima a oportunidade de ter contato com alguém de fora da minha realidade diária, e que tem ótimas ideias, trazendo pontos que não tinha pensado antes” (U219E4); - “[...] conviver com pessoas diferentes, participar de desenvolvimento de projetos (que eu amo)”; (U226E9); - “[...] achei muito bom conviver com pessoas de idade e realidades diferentes e consequentemente ideias e visões diferentes” (U228E12); - “Acho que pela primeira vez conseguimos ter um contato direto com o usuário que não fosse do nosso ciclo social. Ver a perspectiva deles e entender melhor o dia a dia e as necessidades foi muito enriquecedor [...]” (U230E14).

(continua)

(conclusão)

Benefícios	Concepções dos entrevistados
Comunicar-se empática e assertivamente.	-“[...] desenvolver uma comunicação assertiva, dada a necessidade de se comunicar com a participante do Programa Incluir de forma direta, mas discreta e sensível, [...] isso demandou paciência e construção de um filtro do que falar e como falar” (U227E11); -“[...] o curso foi muito interessante e de grande aprendizado. Nunca interagi com engenheiros” (U238E18).
Colocar em prática conceitos teóricos vistos em aula.	-“[...] para mim os benefícios foram a aplicação prática de conceitos teóricos, a comunicação com pessoas externas à faculdade, o desenvolvimento de um projeto físico e o conhecimento de diferentes empreendimentos” (U225E8).

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

Conforme os resultados apresentados nesta categoria de avaliação e com base na manifestação geral dos estudantes entrevistados, concluiu-se que o *framework* conseguiu atender aos critérios de engajamento dos membros e comunicação respeitosa/neutral, visto que permitiu realizar um exercício de *codesign* educacional empático e colaborativo durante o processo experimental. Em relação ao critério de adequação à linguagem dos sujeitos que conformam o grupo de estudo, o experimento evidenciou a necessidade de ajustes nas estratégias utilizadas para aplicação das ADF, assim como substituir três delas (*Role-playing*, *Blueprint* e resenhas acadêmicas) para atender ao perfil dos participantes e aos objetivos traçados. Esses achados foram contemplados para o desenvolvimento do artefato final.

- **Concepções sobre a avaliação de validade do artefato**

Nesta última categoria, são debatidas concepções a respeito da capacidade do artefato em produzir resultados acadêmicos e científicos, para atingir aos propósitos de formação em IF e EF. Foram consideradas 60 unidades de significado elencadas pelos 19 estudantes entrevistados.

Para avaliar o impacto do exercício acadêmico proposto na formação profissional, os estudantes entrevistados foram questionados sobre as competências educacionais que conseguiram desenvolver durante a disciplina/curso. **Cada competência foi apresentada em formato de enunciado, conforme informado no Quadro 52 (Apêndice A).** Na Tabela 7, apresentam-se as frequências para cada enunciado/competência. Ressalta-se que os respondentes puderam marcar as opções que forem necessárias.

Tabela 7 – Competências que os estudantes conseguiram desenvolver durante o experimento

Competências educacionais e enunciados	Frequência relativa (%)
(a) Percepção e observação empática: identificar e analisar novas realidades.	15%
(b) Comunicação assertiva: comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas.	15%
(c) Pensamento crítico: discutir outros caminhos para empreender.	9%
(d) Construção de relações interdisciplinares: construir relações com pessoas de diversas áreas e formações.	8%
(e) Visão sistêmica: mapear ligações de fatos particulares de uma situação.	6%
(f) Recursividade: resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão.	13%
(g) Criatividade: identificar e combinar recursos locais de novas maneiras.	10%
(h) Tomada de decisões em contextos com restrições: tomar decisões ágeis em contextos com restrições.	10%
(i) Resolução de desafios e dilemas éticos/políticos contemporâneos: apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental.	10%
(j) Uso de TICs: usar ferramentas digitais.	5%

Fonte: Dados coletados e processados.

N = 19.

Conforme os resultados expostos na Tabela 7, a maior parte dos respondentes mencionaram identificar e analisar novas realidades (15%), comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas (15%), resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão (13%), identificar e combinar recursos locais de novas maneiras (10%), e tomar decisões ágeis em contextos com restrições (10%). Essas competências foram seguidas por discutir outros caminhos para empreender (9%), construir relações com pessoas de diversas áreas e formações (8%), mapear ligações de fatos particulares de uma situação (6%), e usar ferramentas digitais (5%).

Os resultados confirmaram a capacidade do *framework* em promover competências educacionais, referentes a: percepção e observação empática, comunicação assertiva, recursividade, criatividade, pensamento crítico, construção de relações interdisciplinares e visão sistêmica. O uso de TICs foi a competência menos mencionada pelos estudantes. Durante o experimento foram utilizadas diversas ferramentas digitais, tais como: *Moodle®*, *Google Jamboard®*, *Spotify®*, *Mentimeter®*, *Padlet®*, *Classroomscreen®* e *Google Drive®*. Contudo, o formato presencial e a dinâmica “mãos na massa” podem ter refletido nas respostas dos participantes. O que se percebeu é que, a utilização dessa competência pode ser mais adequada em propostas educacionais com modalidade virtual, nas quais os estudantes devem manipular recursos digitais para entregar resultados.

Por último, em acréscimo às respostas sobre as competências educacionais, os estudantes foram incitados a citar resultados que conseguiram com sua participação na disciplina/curso. No Quadro 45, destacam-se os principais resultados junto às falas dos entrevistados.

Quadro 45 – Principais resultados que os estudantes conseguiram com sua participação na disciplina/curso

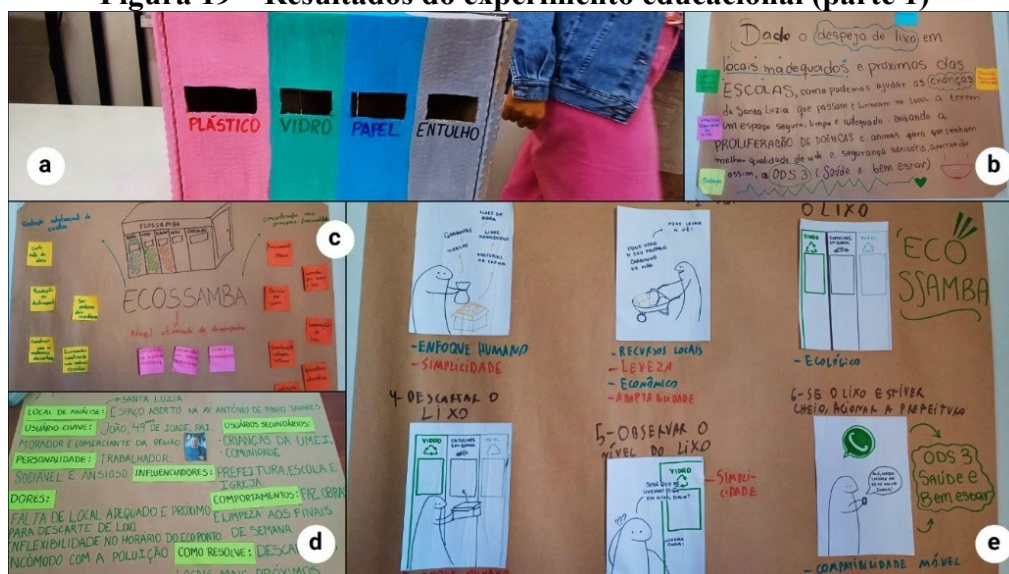
Resultados	Falas dos entrevistados
Conhecimento de ferramentas de design, empreendedorismo e inovação.	- “[...] conhecer ferramentas novas de design e empreendedorismo” (U245E1); - “Adquirir mais conhecimentos sobre ferramentas de inovação e empreendedorismo para aplicá-las em outros contextos do meu dia a dia” (U246E2); - “Me especializar mais na área de inovação e empreendedorismo” (U247E3); - “Aprender diferentes ferramentas para usar na minha vida profissional” (U248E7); - “Me inspirar sobre possibilidades de inovação [...]” (U249E6); - “Ter conhecimento das ferramentas de design e saber aplicá-las” (U250E4); - “Maior conhecimento de ferramentas de design, empreendedorismo e inovação” (U251E8); - “[...] melhor entendimento sobre empreendedorismo em um cenário internacional não euro/anglocêntrico” (U252E15); - “Conhecimento e experiência na aplicação de ferramentas para nortear o desenvolvimento de soluções inovadoras para mais pessoas” (U253E12).
Desenvolvimento de soluções frugais para resolução de problemas reais.	- “[...] melhorar minha capacidade de desenvolver soluções de baixo custo” (U254E14); - “[...] desenvolver um produto que resolva o problema da persona real que definimos” (U255E9); - “[...] noções de frugalidade para incentivo/desenvolvimento oportuno de uma solução” (U256E10); - “[...] desenvolver um projeto adequado à problemática selecionada e com impacto positivo para a sociedade” (U257E11).
Aprimoramento da comunicação assertiva e empática.	- “[...] melhorar minha comunicação em uma equipe diversa” (U258E16); - “[...] aprimorar habilidade de flexibilidade de linguagem técnica para casual” (U259E11); - “[...] saber comunicar e entender pessoas de áreas diferentes” (U260E6).
Aplicação do conhecimento teórico visto em aula.	- “[...] aplicar o conhecimento teórico e de inovação para desenvolvimento de metodologias” (U261E9); - “[...] mais experiência prática” (U262E1); - “[...] aplicação dos conhecimentos vistos em sala” (U263E5); - “[...] aplicar aprendizados adquiridos durante o processo de desenvolvimento projetual” (U264E3); - “[...] ter uma visão mais objetiva da aplicação fora do ambiente de sala de aula e gerar ideias de negócios baseadas nos conceitos aprendidos” (U265E10); - “[...] toda aula além da parte teórica, pudemos ver a parte prática, o que ajudou a fixar e associar melhor o conteúdo” (U273E11).
Compromisso social e conhecimento de outras realidades.	- “[...] apoiar na evolução da aprendizagem dos participantes do Programa Incluir” (U266E13); - “[...] impactar a vida da participante do projeto social” (U267E11); - “[...] ter a oportunidade de conviver com pessoas diferentes, fora do meu convívio, com diferentes classes sociais” (U268E8); - “[...] aproximar de uma realidade diferente da minha” (U269E9); - “[...] poder contribuir para a disciplina e para o aprendizado dos participantes do Programa Incluir” (U270E10); - “[...] ser capaz de criar uma solução para um problema social” (U271E12); - “[...] trabalhar em equipe com compromisso social” (U272E2); - “[...] maior entendimento da visão dos usuários de baixos recursos, de forma a conseguir pensar em produtos mais adequados às características dessa população” (U274E4); - “[...] conhecer novos ares” (U275E17); - “[...] dar voz a quem cria [...] enriquecer a comunidade local, de acordo com a sua própria cultura” (U276E17); - “[...] integração social do conhecimento adquirido na Engenharia com o conhecimento de mundo dos participantes [...]” (U277E11).
Desenvolvimento da criatividade e da recursividade.	- “[...] desenvolver meu lado criativo” (U278E18); - “[...] fazer um bom trabalho com o que tiver disponível” (U279E3); - “[...] maior criatividade, enxergar além do óbvio” (U280E13); - “[...] pegar um produto simples que não funciona e transformar em outro com o que tiver disponível” (U281E18); - “[...] transformar produtos básicos do dia a dia em outro com o que tenho à mão” (U282E19).

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

Os resultados expostos anteriormente possuem relação com as competências educacionais incentivadas nos estudantes durante o experimento e com os benefícios percebidos

por eles no trabalho grupal durante a ação projetual. Esses achados confirmaram a validade do artefato, em termos de autenticidade de compromisso acadêmico e social, para contribuir positivamente na vida profissional e cotidiana dos participantes. Além desses resultados anedóticos, os estudantes entregaram evidências físicas de aprendizagem que deram constância da capacidade do *framework* na geração e apresentação de produtos teórico-práticos, com foco em IF e EF. As Figuras 19 e 20 ilustram os resultados.

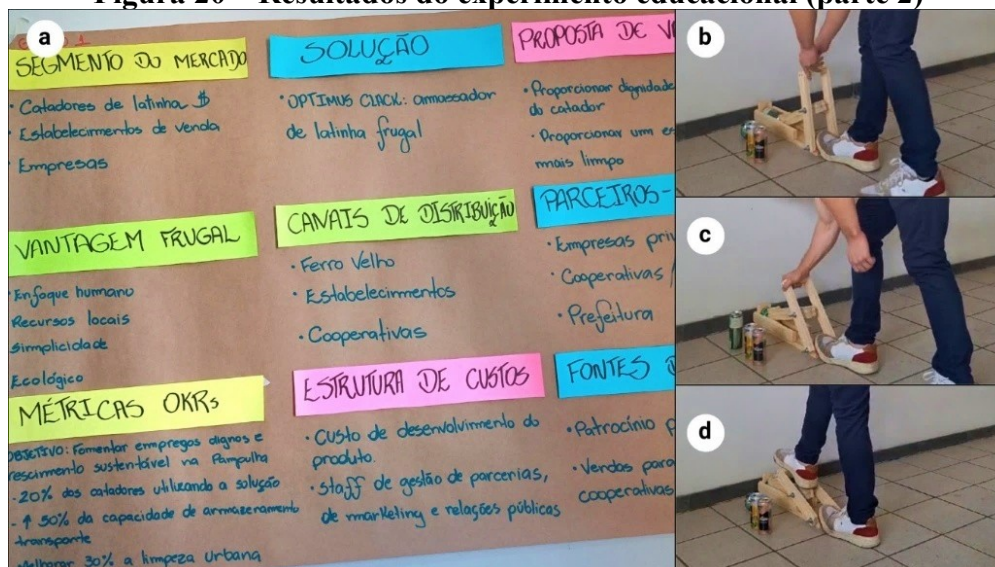
Figura 19 – Resultados do experimento educacional (parte 1)



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Nota: (a) protótipo em baixa resolução com materiais reciclados; (b) ferramenta Desafio Estratégico + ODS; (c) ferramenta *Brainstorming* + Competências de IF; (d) ferramenta *Persona* + Mapa dos *Stakeholders*; e (e) ferramenta *Storyboard* + 5 porquês.

Figura 20 – Resultados do experimento educacional (parte 2)



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Nota: (a) ferramenta *Lean Canvas Frugal*; e (b) (c) e (d) protótipo de madeira em funcionamento.

No contexto das políticas públicas brasileiras específicas acerca da formação em Engenharia, destacam-se a resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia) (Brasil, 2019). No seu artigo nº 3, é enunciado que os cursos nessa área do conhecimento devem promover um processo educacional que propicie ao egresso, entre outras características:

- I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho. (Brasil, 2019, cap. 2, art. 3, inc. I-VI).

Considerando as características do grupo que conformou o experimento – composto principalmente por estudantes de Engenharia de Produção –, os resultados expostos e as determinações das DCNs, pode-se inferir que o *framework* tem o potencial de se adequar às demandas dos processos pedagógicos de cursos de graduação em Engenharia, já que auxilia na formação de profissionais como uma perspectiva integral e inclusiva para resolução de problemas contemporâneos que exigem a conexão de aspectos socioculturais, ambientais e econômicos. Nesse sentido, o artefato pode ser aplicado em distintos contextos universitários que visam o desenvolvimento de novos produtos (bens e serviços) e de sistemas produtivos, com impacto nas pessoas, no planeta e no lucro.

De acordo com O'Neill *et al.* (2012), a educação da IF e do EF representa uma oportunidade para que os futuros engenheiros conheçam caminhos metodológicos holísticos, a fim de responder a diversos desafios enfrentados pelas populações da BoP e capturados nos ODS. Na mesma ótica, Molina e Cuevas (2018) salientam o valor frugal na Engenharia, como uma ocasião para que os discentes conheçam a realidade regional e projetem produtos, serviços e modelos de negócios, sob um enfoque humanista e cooperativo. Impactos esses que foram atingidos durante os experimentos, conforme mencionaram explicitamente três respondentes:

“A disciplina me permitiu refletir sobre o nosso mundo, as necessidades que muitas vezes não enxergamos. Desenvolvi meu lado crítico e vou utilizar isso na minha formação como engenheira” (U284E6).

“Após a disciplina pretendo adaptar minha linguagem técnica de maneira adequada para auxiliar processos de desenvolvimento de produtos mais sustentáveis [...]” (U285E16).

Na Engenharia, não é comum encontrar disciplinas que inspirem uma mentalidade ‘fora da caixa’, possivelmente devido a uma construção social que vincula o pensamento do engenheiro de produção ao lucro. Projetos como o seu ajudam a tornar o ambiente da Engenharia mais humano e social. Muito obrigada! (U283E8).

4.5 Conclusão do artefato

A partir das análises dos resultados obtidos nas entrevistas realizadas junto aos estudantes brasileiros participantes do experimento, as quais emergiram com as categorias de avaliação do artefato – avaliação de viabilidade do artefato, avaliação de aceitação do artefato e avaliação de validade do artefato –, apresenta-se aqui uma discussão dos principais achados (fase de tratamento informativo), tentando confrontá-los com o referencial teórico e as informações empíricas das etapas de conscientização do problema, sugestão do artefato e desenvolvimento do artefato, para então verificar se o *framework* proposto funcionou conforme o esperado, ou seja, resolver o problema para o qual foi criado, quer seja parcial ou totalmente (Vaishnavi; Kuechler, 2004; Manson, 2006).

4.5.1 Discussão dos resultados do processo de avaliação do artefato

A partir do experimento e das entrevistas realizadas junto aos estudantes, identificou-se que o exercício de educação em IF e EF demanda o uso de um conjunto de elementos físicos e didáticos. Dentre os principais elementos têm-se: (i) espaço para movimento do corpo; (ii) boa iluminação; (iii) mesas grandes; (iv) recursos audiovisuais que representem casos de estudo reais de soluções frugais; (v) materiais de desenho e engajamento criativo; e (vi) *slogans* educacionais e reforçadores positivos verbais durante o processo.

Esses achados confirmaram concepções práticas mencionadas pelos docentes entrevistados, na etapa 2 da pesquisa, sobre o uso de espaços abertos/criativos, por meio de imagens, vídeos, áudios e leituras, para refletir sobre os desafios contemporâneos da sociedade e demonstrar as contribuições da IF e do EF em diferentes cenários com restrições. Da mesma forma, validou-se os postulados de Woo e Hew (2017) sobre a utilização de ambientes que promovam a liberdade de movimento e a discussão de casos de estudo para ensinar o valor frugal, ratificando a validade desses elementos teórico-práticos mapeados nas etapas de conscientização do problema, sugestão do artefato e desenvolvimento do artefato.

Em termos da quantidade de estudantes para práticas introdutórias em IF e EF, os resultados apontaram como ideal a formação de grupos pequenos. Essa opção foi observada

como favorável para equipes de trabalho que não têm ampla experiência junto a pessoas da BoP, de modo a fomentar um processo educacional assertivo e compatível aos seus perfis. Esse postulado foi avaliado previamente no *survey*, por meio da premissa 4 “dinâmicas educacionais com grupos pequenos (máximo de 15 pessoas) incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais”, que emergiu a partir dos postulados de Molina e Cuevas (2018). A aplicação do *framework* permitiu confirmar a sua validade prática no contexto universitário de estudo.

Outro elemento identificado durante o experimento foi o imperativo de contar com *partners* sociais no grupo de estudantes do projeto social, para ter acesso mais facilitado às realidades de suas comunidades. Para o experimento, o perfil dos estudantes do Programa Incluir UFMG foi delimitado por critérios de criatividade e anseio de conhecimento de novas formas de inovar. Entretanto, esse perfil não foi suficiente para gerar propostas frugais de forma mais próxima ao contexto social pesquisado, pois eles não possuíam poder de decisão dentro de seus bairros.

Nesse sentido, identificou-se a necessidade de realizar ajustes nos critérios que definem o tipo de estudante do projeto social, para contar com a participação de líderes comunitários ou de representantes de associações locais. Dito ajuste, busca a preocupação e o conhecimento não só das necessidades e dos desejos dos participantes do Programa Incluir UFMG, mas também incluir diversas perspectivas dos futuros utilizadores das soluções frugais, bem como avaliar seu potencial impacto nas suas comunidades. Segundo Pisoni *et al.* (2018), Pedroso *et al.* (2023) e Brem *et al.* (2020), as soluções frugais não podem surgir de forma isolada dos usuários, pois existe a necessidade de intervenção deles durante o processo projetual para que as propostas possuam valor frugal, caso contrário, elas viram iniciativas de baixo custo convencionais.

Convém salientar que o cumprimento da condição de participação de atores sociais no processo projetual é um requisito que exige amplo apoio institucional. Aspectos como a origem estrangeira da pesquisadora, as exigências éticas institucionais e os prazos da pesquisa dificultaram o estabelecimento prévio de parcerias com esses sujeitos, em conexão com outros âmbitos de extensão local, bem como impediram a difusão do experimento em grande escala. Assim, entendeu-se que o exercício de apropriação de IF e EF em contextos universitários deve ocorrer, por meio do trabalho colaborativo de indivíduos envolvidos nos diversos espaços que constituem os eixos de pesquisa-ensino-extensão nas IES.

Outro ajuste sugerido pelos estudantes entrevistados refere-se às primeiras atividades projetuais que compõem o artefato. No *framework* proposto, o processo projetual iniciou-se com a delimitação de um problema latente nas localidades dos estudantes do projeto social.

Essa atividade foi estabelecida seguindo as argumentações de Basu *et al.* (2013), Ernst *et al.* (2014), Nakata e Weidner (2012), Hall (2014), Hossain (2017), Annala *et al.* (2018) e Jagtap (2019). Os autores enfatizam que o desenvolvimento de soluções frugais deve surgir e servir a populações com recursos limitados, logo o ponto de partida para sua formulação deve ser uma problemática vivenciada pela própria comunidade pesquisada.

Contudo, os estudantes relataram ter tido dificuldade na concretização de uma solução, devido à amplitude e complexidade dos problemas apontados pelos participantes do projeto social. Nesse sentido, os entrevistados recomendaram realizar adequações nas primeiras ações projetuais do artefato para, a partir da ABD, atender agilmente aos requisitos de prototipagem de uma proposta frugal. Nessa linha, eles propuseram a realização de entrevistas com potenciais usuários-chave, desde o início, para conhecer junto aos discentes do Programa Incluir UFMG as tecnologias utilizadas pelas comunidades da BoP local, de modo a transformar um produto ou serviço existente que tenha estreita relação com o desafio social/comunitário tratado, bem como formular atividades empreendedoras que possam acompanhar o escopo da proposta.

De acordo com Radjou *et al.* (2015), a geração de IF não exige reinventar a roda, apenas melhorá-la, a partir de recursos e ativos disponíveis. Acompanhando essa visão e as respostas dos estudantes, corroborou-se a necessidade de ajuste das atividades de ideação, para realizar um processo projetual mais eficiente e próximo aos produtos existentes na população estudada. Esse ajuste também representa uma oportunidade para atender às noções da IFB que, segundo Wohlfart *et al.* (2016) é fundamentada em um processo *bottom-up*, de modo a otimizar produtos desenvolvidos pelas comunidades para resgatar e valorizar a sua sabedoria ancestral e suas características socioculturais.

Outro desafio mencionado pelos discentes entrevistados, foi a falta de material científico sobre IF e EF em língua portuguesa. De acordo com eles, os recursos teóricos utilizados para orientar o processo de aprendizagem foram baseados, principalmente, por material em inglês, o que dificultou a sua compreensão ágil. Esse aspecto também foi citado pelos professores entrevistados, o que confirmou o imperativo de construir uma base de dados em língua local, que expliquem os aspectos geográficos, culturais, econômicos e sociais das soluções frugais. De acordo com a *European Commission* (2017a), contar com uma base de exemplos locais permitiria auxiliar na geração de mais iniciativas frugais, considerando as realidades de cada território.

Em relação às ADF utilizadas durante a ação projetual, os estudantes mencionaram ter tido dificuldades na sua aplicação devido às diferenças metacognitivas e socioculturais dos participantes. Apesar de ter sido realizado um trabalho árduo de socialização e contextualização

dos termos e das definições técnicas desses instrumentos projetuais – por meio de exemplos e cocriação de sinônimos –, a sua assimilação foi percebida como complexa. Segundo os achados, desafiante para os estudantes universitários que não sabiam como traduzir rapidamente as ADF para seus colegas do projeto social, e desafiador para os próprios indivíduos da BoP local, por reconhecerem que são diferentes e se sentirem apreensivos por isso.

Analisando as falas dos estudantes do projeto social, os quais eram discentes de famílias de baixo poder aquisitivo, moradores de zonas distantes de Belo Horizonte, com realidades diferentes das vivenciadas pelos estudantes de Engenharia, e que possuíam *gaps* sobre conhecimentos técnicos em design, inovação e empreendedorismo, admitiram ter sentido as ADF muito distantes da sua realidade. Na perspectiva desses participantes, ter a opção de realizar uma modulação conjunta dessas ferramentas, antes de iniciar o processo projetual, permitiria adequá-las aos seus conhecimentos, de forma que o acompanhamento do percurso metodológico seja mais ativo. As palavras de 3 estudantes sintetizam essa observação:

“[...] traduzir da Engenharia de produção para a vida real, sem perder as boas conversas e tópicos que tangenciam o tema” (U233E16).

“[...] realizar uma adaptação prévia das ferramentas à vida cotidiana dos alunos do projeto” (U209E19).

“[...] poderia ser feita uma adaptação inicial dessas ferramentas para incluir mais as ideias do pessoal do projeto social, para que não percam a linha de raciocínio no processo” (U224E7).

Diante desses depoimentos, o experimento evidenciou que a questão da operacionalização do *framework* não está somente no educador, mas no esforço dos estudantes de se posicionar criticamente em relação à forma de apropriar as ADF. Nesse sentido, é necessário realizar uma ampliação das performances dos participantes, como projetistas ou articuladores de saberes *a priori* e recursos disponíveis, sem perder de vista, também, a iniciativa docente, para geração de efeitos mais significativos no processo de *codesign* frugal. A mediação de elementos teóricos e práticos dos alunos entre si, com o professor, enquanto agentes sociais, permitiria a síntese do conhecimento lógico e sistemático com as suas trajetórias histórico-culturais, segundo aponta Saviani (1999).

Longe de desdenhar a contribuição das ADF que compõem o artefato, o experimento permitiu a observação dessas ferramentas como instrumentos inacabados, que possuem tanto aspectos de inspiração, quanto aspectos contraditórios à prática social, e, portanto, precisam de adequações, junto aos participantes, de modo a tecer um terreno educacional fértil, em conexão academia-sociedade civil. Adequações essas que, devem surgir preliminarmente, por meio da

integração de conhecimentos técnico-científicos em IF e EF, com os saberes sincréticos que representam a realidade histórica e subjetiva dos envolvidos, para responder aos seus compassos de aprendizagem e aos seus desdobramentos cognitivos (Saviani, 2011).

Essa argumentação apresenta relação com os postulados de Rogers (1983), os quais salientam que a capacidade de absorção/produção de conhecimento e inovação depende da adaptação de características e nomes técnicos aos padrões e significados linguísticos regionais, para propiciar melhores circunstâncias participativas sociais. Nessa linha, Manzini (2008) ressalta que, em processos de *codesign*, todos temos potencial criativo, mas são os tipos de ferramentas e os meios adequados proporcionados para sua utilização os que podem ampliar ou não as barreiras à sua participação.

A esse respeito, dentro da questão principal desta tese – *como aplicar estratégias de educação frugal e ADF, com participação da BoP local, de modo a ilustrar um fluxo de educação em inovação e empreendedorismo frugais adequado para um caso universitário brasileiro?* –, conclui-se que a efetividade total do *framework* proposto, só pode ser obtida por meio de uma etapa pedagógica introdutória que permita a contextualização das ADF, a partir das estratégias de educação frugal estabelecidas no exercício metodológico, para, num segundo momento, realizar a sua aplicação prática no processo projetual.

Dito processo preliminar seria realizado, simultaneamente, junto aos estudantes universitários e aos participantes do Programa Incluir UFMG, para suscitar uma aproximação crítica tanto das ADF quanto das estratégias de educação frugal, de forma a instigar uma dinâmica pedagógica centrada no reconhecimento de si mesmos e do “outro” como sujeitos transformadores. De acordo com O’Neill *et al.* (2012), o deslocamento do “eu” para o “outro” permite pautar a integração de aspectos técnicos, físicos, ambientais e socioculturais do valor frugal em processos projetuais universitários, sendo um exercício necessário para inserir as características da IF nesses contextos.

Assim, pode-se inferir que a operacionalização do artefato proposto, não depende apenas de critérios metodológicos participativos, mas é decorrente de uma práxis pedagógica enraizada em estratégias de caráter social, educacional e comunicacional, pois demanda o estabelecimento de condições didáticas assertivas para reconfigurar as ADF como eixos de aprendizagem condizentes com o cotidiano dos estudantes. Essa ponderação simboliza uma reorientação crítica na forma de aplicação desses instrumentos para atender aos perfis dos utilizadores, em uma tentativa de colaboração comunitária que procure a integração de saberes populares e acadêmicos (Libâneo, 2001).

Nesse contexto, há um entendimento de que a difusão de IF e EF em cenários universitários é sobretudo uma prática educacional crítica e humanizadora. Isso dado que, em se tratando do trabalho conjunto de estudantes universitários e sujeitos da BoP local, é necessário realizar um acolhimento educativo empático, no qual, eles e o professor aprendem e desaprendem, constantemente, para refletir sobre as potencialidades da inter-relação de tópicos relacionados a Design, Engenharia, Negócios, Psicologia, Antropologia, Sociologia e Política, com vistas à geração de soluções frugais úteis nas suas vidas. Potencialidades essas que, salientam o caráter eminentemente transversal desse campo de estudo e, portanto, um exercício de construção de conhecimento coletivo, que vai além das limitações epistemológicas e teóricas de um único saber (O'Neill *et al.*, 2012).

Considerando a discussão apresentada nesta subseção e as evidências de aprendizagem dos estudantes, conclui-se que, de modo geral, o artefato conseguiu funcionar, parcialmente, conforme o esperado, já que cumpriu com a maioria dos critérios que compõem as categorias de avaliação. Essa análise é apresentada a seguir.

- **Categoria de avaliação 1 – viabilidade do artefato**

Verificou-se que a estrutura do *framework*, em formato de disciplina presencial, construída a partir dos elementos mapeados no referencial teórico, no *survey*, nas entrevistas semiestruturadas com docentes, no experimento em *workshops* e nas entrevistas semiestruturadas com estudantes colombianos, foi adequada para atender aos critérios e às condições estabelecidos para desenvolvimento de dinâmicas educacionais frugais, em conexão universidade-sociedade civil. Assim sendo, corroborou-se o potencial de replicação do artefato em cenários acadêmicos similares que buscam implementar processos educacionais e de extensão atrativos, por meio da geração de soluções frugais. Entretanto, foram sinalizados ajustes no número de encontros com os indivíduos do projeto social, sendo desejável a realização de um exercício educacional conjunto, com participação de todos os alunos, desde o início, para ter mais espaço de integração e alinhamento de ideias, objetivos e expectativas, bem como responder a contingências que possam emergir.

- **Categoria de avaliação 2 – aceitação do artefato**

Constatou-se que o *framework* conseguiu abordar adequadamente o engajamento dos estudantes, assim como fomentar uma comunicação respeitosa/neutral com eles, durante o

processo de transmissão e cocriação de conhecimentos. Todavia, a proposta evidenciou a necessidade de melhorias no processo de apropriação das ADF junto aos discentes, sendo necessário um exercício *a priori*, orientado por estratégias pedagógicas de mediação inclusivas, para atender ao critério de adequação à linguagem de todos os sujeitos que conformam o grupo de estudo. A esse respeito, foram mencionados ajustes específicos, a saber – (i) modificar a forma de identificação da problemática de estudo; (ii) modificar o perfil dos participantes do projeto social; (iii) alocar em outras etapas as dinâmicas de entrevistas e a fase de prototipagem; (iv) substituir as resenhas acadêmicas por imagens e narrativas que representam histórias dos alunos; (v) substituir a ferramenta *Role-playing* por material audiovisual que exemplifique e compare formas de interagir com pessoas de diversos âmbitos socioculturais em atividades de indagação; e (vi) retirar a ferramenta *Blueprint*, pois foi observada como não adequada para exercícios projetuais frugais introdutórios.

- **Categoria de avaliação 3 – validade do artefato**

Confirmou-se que o *framework* possui capacidade de gerar e apresentar produtos teórico-práticos, a partir das estratégias de educação frugal e das ADF utilizadas para sua operacionalização. Portanto, o artefato cumpriu com os critérios de efetividade das atividades de formação, clareza nos objetivos/propósitos educacionais traçados, compromisso social, e consistência nas atividades realizadas para geração de resultados acadêmicos e sociais, haja vista as evidências de aprendizagem expostas na subseção 4.4.2. Só foi identificada a necessidade de ajuste em uma das competências educacionais pautadas nos objetivos de aprendizagem – competência (j) “Uso de TICs” –, pois o experimento evidenciou que é mais adequada para atividades em modalidade virtual.

Diante dessas argumentações e buscando responder aos requisitos de adequação do artefato que foram mapeados no experimento, a seguir, apresenta-se a versão ajustada do *framework*. **Os aspectos teórico-práticos que sustentaram a nova estrutura são expostos no Quadro 60 (Apêndice F).**

4.5.2 Artefato final: estrutura e componentes

Conforme Saviani (2011) “[...] a questão central da pedagogia é o problema das formas, dos processos, dos métodos; [...] pois as formas só fazem sentido quando viabilizam o domínio de determinados conteúdos” (Saviani, 2011, p. 65). Visando atender aos ajustes identificados

após o experimento na UFMG, foi realizada uma busca sobre pedagogias que pudessem ter relação com práticas educacionais que incentivam a contextualização de saberes (ver fluxo e critérios de busca em subseção 3.1.6 – Quadro 23).

Dentre os resultados obtidos na pesquisa bibliográfica final, a PHC foi observada como a mais adequada para orientar a transformação pedagógica do artefato. A justificativa foi dada por representar uma alternativa ativa e dialogal que toma a prática social⁴⁰ como ponto de partida e ponto de chegada em processos educacionais, situando aos alunos e aos professores como agentes de contextualização do saber sistematizado (científico, tecnológico, filosófico e artístico) à realidade local, para fazer valer os interesses e as necessidades das camadas populares nos currículos (Saviani, 2011).

A PHC é fundamentada na teoria Histórico-Cultural de Vigotsky *et al.* (2016) e no materialismo dialético de Marx (1968), Gramsci (2001), Manacorda (1990) e Suchodolski (2000). Essas bases filosóficas orientam a sua proposta educacional no movimento interpretativo do conhecimento (momento histórico objetivo), para transformá-lo em conteúdo vivo, não linear e pautado pelas circunstâncias locais. Dito movimento permite a geração de propostas de conhecimento integradoras denominadas de “omnilateralidade” ou “formação omnilateral” (Saviani, 2011, Severino, 2016), e visam a transição de uma visão de mundo fragmentada para uma organizada, uniforme e em evolução, ao atualizar constantemente o conteúdo para dar conta da complexidade da vida humana na sociedade (Libâneo, 2001).

Alguns dos principais representantes desta pedagogia são Dermeval Saviani (2011), José Carlos Libâneo (2006) e João Luiz Gasparin (2011). Particularmente, Gasparin (2012) aborda a PHC por meio de cinco fases que fomentam a construção de conhecimento crítico entre os alunos e o professor. As cinco fases são: (i) prática social inicial; (ii) problematização; (iii) instrumentalização; (iv) catarse; e (v) prática social final. No Quadro 46, apresentam-se cada uma delas.

Quadro 46 – Fases da PHC

Fase	Descrição
Prática social inicial.	Realiza-se uma avaliação prévia dos conhecimentos que o professor e os alunos possuem para realizar ajustes no modo de conduzir o trabalho pedagógico. Parte do pressuposto de que o professor e os alunos possuem níveis de compreensão diferentes do mundo. Enquanto o professor detém uma visão mais organizada e crítica da realidade (visão sintética precária), os alunos possuem, na maioria das vezes, uma visão caótica e sincrética, fundamentada no senso comum. Nesse sentido, é papel do professor orientar seus estudantes para que tomem consciência dos conhecimentos que já dominam e do contexto sociocultural na qual estão inseridos. Nessa prática social, o professor também aprende e se autoavalia.

(continua)

⁴⁰ Por prática social entende-se o conhecimento teórico-prático fundamentado na vivência do discente e do docente sobre determinado tema (Petenucci, 2008).

(conclusão)

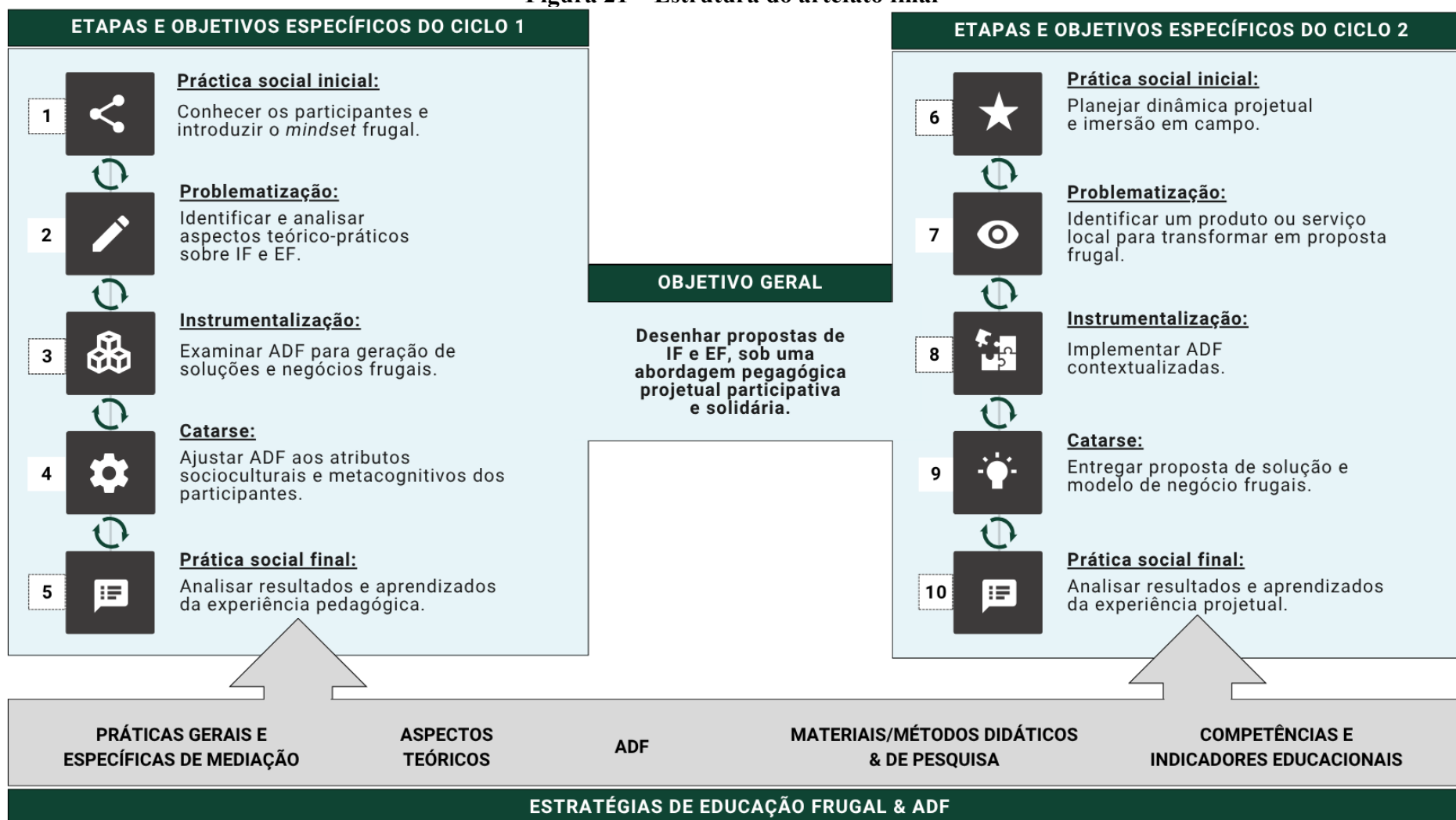
Fase	Descrição
Problematização.	Momento de reflexão onde o professor propõe conteúdos teórico-práticos para levantar questões desafiadoras acerca dos problemas enfrentados na sociedade. Esta fase permite despertar o pensamento crítico dos participantes, bem como constatar se os conteúdos possuem significado e sentido nas suas vidas.
Instrumentação.	Momento em que os alunos, com orientação do professor, realizam uma assimilação dos conhecimentos necessários ao equacionamento dos problemas identificados na prática social. Os alunos também devem avaliar a sua aprendizagem e a forma de ensino do professor.
Catarse.	Momento no qual os alunos realizam uma apropriação ativa dos instrumentos teórico-práticos propostos, e, a partir deles, elaboram uma síntese do nível do aprendizado adquirido.
Prática social final.	Momento em que os alunos e o professor retornam à prática social – agora entendida pelos discentes como sintética e significativa, e pelo professor como síntese ativa –, para realizar uma avaliação conclusiva do processo e verificar como o conteúdo aprendido pode se transformar em prática social fora da instituição de ensino.

Fonte: Elaborado a partir de Gasparin (2012).

Convém mencionar que, embora a PHC possua relação com a Pedagogia da Libertação (PL) – postulada por Paulo Freire (1987) – em termos de centralidade crítica, ambas possuem dinâmicas de educação diferentes (Saviani, 2011). A PL defende a construção de conhecimento, a partir de um processo de ação-reflexão-ação com o povo (círculos de cultura), para utilizar suas palavras e temas geradores, e, quando necessário, podem ser adicionados alguns tópicos que eles mesmos sugerirem. Por outro lado, a PHC aponta que os conhecimentos são estabelecidos por meio do domínio de conteúdos universais selecionados, previamente, e que passam por uma avaliação fundamentada na cultura popular, para que os alunos possam refletir sobre a realidade social, na qual estão inseridos, e propor soluções aos desafios enfrentados fora do espaço escolar (Libâneo, 2001, Saviani, 2011).

No presente trabalho, foram utilizadas as 5 fases da PHC em dois ciclos. A Figura 21, ilustra o percurso proposto para o artefato final, de modo a atender aos ajustes identificados.

Figura 21 – Estrutura do artefato final



Fonte: Elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Seguindo o retratado anteriormente, diferente ao segundo artefato sugerido/desenvolvido que utilizou o *Design Thinking* como caminho durante um ciclo (um semestre), a proposta final pressupõe dois ciclos de prática-teoria-prática em IF e EF, orientados pela trajetória metodológica da PHC, junto a estudantes universitários e participantes de projetos sociais (líderes sociais), para conscientizar, contextualizar e coproduzir conhecimento de forma participativa e solidária.

No ciclo 1 – etapa 1 a 5 –, busca-se realizar uma dinâmica dialógica preliminar de reconhecimento do perfil dos participantes, fomento do *mindset* frugal, introdução das temáticas que norteiam as noções em inovação e empreendedorismo frugais, bem como descrição e apropriação das ADF com apoio ativo da BoP e da academia, para, no ciclo 2 – etapa 6 a 10 –, continuar com um processo projetual que permita a geração de propostas de soluções e modelos de negócios frugais antenados às demandas sociais/comunitárias de populações locais em vulnerabilidade. Assim, a proposta de *framework* final parte da realidade, ascende à teoria e retorna à realidade, gerando compromisso social (Gasparin, 2011).

Na Figura 21, cada etapa é orientada por duas setas circulares que postulam processos de retroalimentação, por meio do intercâmbio constante de informações entre os envolvidos (estudantes e professor), a partir da aplicação do mural de socialização no final de cada etapa. Esse exercício procura dar continuidade à dinâmica de *codesign*, desenvolvida no artefato 2, para identificar as expectativas e as apreciações dos participantes sobre as atividades propostas, bem como verificar se o aprendizado e os objetivos traçados estão ocorrendo de forma esperada, considerando os critérios de avaliação empregados nos experimentos anteriores.

Para essa dinâmica de *codesign*, também se propõe a aplicação de formulários de pesquisa nas etapas 1, 3, 5, 6, 8 e 10 – com bordas tracejadas na Figura 21 –, de modo a captar, analisar e compartilhar os resultados e aprendizados da experiência. Nesse sentido, a Figura 21 representa o desenvolvimento de um ato educativo aberto ao diálogo e às críticas, que permita, a todo momento, rever e adequar a forma de implementação e assimilação do *framework* para atender ao contexto socioinstitucional e às necessidades dos seus usuários.

Por fim, um conjunto de estratégias de educação frugal – aspectos teóricos, práticas gerais e específicas de mediação, materiais/métodos didáticos e de pesquisa, competências e Indicadores Educacionais (IE) – e ADF foram ajustados para conduzir o percurso pedagógico projetual, acompanhando as conclusões do exercício experimental realizado no cenário brasileiro. O conjunto de estratégias e ADF está representado pelo quadro cinza inferior no final da Figura 21. As setas cinzas com bordas sólidas em direção aos ciclos sinalizam o suporte desses elementos na operacionalização das dez etapas para atingir os objetivos específicos e

gerais do artefato. Dessa forma, quer-se representar a contribuição desses elementos teórico-práticos durante a trajetória operacional do *framework*.

Com base nos postulados apresentados nesta subseção, a seguir, nos Quadros 47 e 48, apresenta-se a descrição dos componentes internos do *framework* final que buscam evoluir a proposta de artefato 2 para atender ao objetivo principal da pesquisa.

Quadro 47 – Componentes do ambiente interno do artefato final (ciclo 1)

Ciclo 1	Prática social inicial	Problematização	Instrumentalização	Catarse	Prática social final
Objetivos das etapas	Conhecer os participantes e introduzir o <i>mindset</i> frugal.	Identificar e analisar aspectos teórico-práticos sobre IF e EF.	Examinar ADF para geração de soluções e negócios frugais.	Ajustar ADF aos atributos socioculturais e metacognitivos dos participantes.	Analisar resultados e aprendizados da experiência pedagógica.
Práticas gerais de mediação	-Trabalhar com estudantes universitários de diferentes programas acadêmicos (de graduação a partir do 4º semestre) e participantes de projetos sociais de extensão (líderes comunitários ou representantes de associações produtivas locais); -Selecionar salas de aula que permitam o movimento do corpo; -Utilizar os 9 princípios de Masters (2024) para criar um ambiente criativo, aberto e participativo; -Codesenhar uma “Caixa Frugal” conformada por recursos pedagógicos e de design, a partir de materiais locais (reciclados e reutilizados) disponibilizados pelos estudantes; -Utilizar <i>slogans</i> educacionais e reforçadores positivos verbais, bem como lembrar os nomes dos estudantes e intensificar o uso a palavra frugal em sala de aula; -Utilizar um <i>mix</i> de recursos audiovisuais chamativos e impactantes que ilustram casos reais de IF e EF de âmbitos corporativos, de base e educacionais (em diferentes estágios) e restrições socioeconômicas e culturais da América Latina; -Construir um glossário colaborativo, composto por significados, sinônimos e características textuais/gráficas sobre termos teóricos e técnicos em língua local; -Disponibilizar cartilha de ODS Brasil; -Aplicar mural de socialização: o que curti, o que não curti, o que ainda tenho dúvida e o que sugiro mudar; -Combinar diferentes instrumentos de avaliação individual e coletiva (tais como autoavaliação, heteroavaliação e coavaliação), direcionados pelos ID que conformam as competências educacionais.				
Práticas específicas de mediação	-Realizar atividade quebra-gelo; -Conformar grupos de trabalho pequenos e heterogêneos, utilizando elementos da teoria de formação de equipes; -Realizar dinâmica grupal de pensamento lateral; -Indicar leituras individuais de material teórico-prático em língua local; -Aplicar questionário de pesquisa.	-Realizar dinâmica grupal de pensamento lateral; -Indicar leituras individuais de material teórico-prático em língua local; -Sentar os estudantes em formato de “U” para promover discussões; -Utilizar metáforas e <i>Storytelling</i> fundamentado em “o herói de mil faces” de Campbell (2007); -Realizar seminário com palestrante convidado(a).	-Apresentar princípios e processo de design com foco no usuário e na frugalidade; -Apresentar e explicar as ADF, por meio de exemplos próximos às problemáticas locais; -Aplicar questionário de pesquisa.	-Modular as estruturas e as terminologias das ADF aos conhecimentos pregressos dos estudantes.	-Realizar dinâmica de <i>feedback</i> individual e coletivo das atividades realizadas e do percurso formativo desenvolvido; -Aplicar questionário de pesquisa.

(continua)

(conclusão)

Ciclo 1	Prática social inicial	Problemática	Instrumentalização	Catarse	Prática social final
Aspectos teóricos	-Frugalidade; -Design sob a ótica da teoria crítica da tecnologia; -Design focado na teoria da construção social.	-Gambiarra <i>versus</i> inovação; -Processo de inovação; -Proposta de valor; -Conceito e características da BoP; -Desenvolvimento Sustentável, ODS e EC; -Conceito de IF, critérios e casos reais; -Fronteiras conceituais entre IF, IS e IJ; -EF, etapas, características e casos reais.	- <i>Codesign</i> ; -DCU; -Design sob a ótica da teoria crítica da tecnologia; -Design focado na teoria da construção social.	- <i>Codesign</i> ; -DCU.	-Critérios de avaliação do <i>framework</i> , conforme os preceitos da PAP.
ADF	-	-	-Desafio Estratégico; -Mapa dos <i>Stakeholders</i> + Persona; -Jornada do Usuário + E se? + Análise de Tarefa; - <i>How Might We?</i> + Competências de IF; - <i>Storyboard</i> + 5 porquês; - <i>Lean Canvas</i> Frugal.	-	-
Materiais/métodos didáticos e de pesquisa	<u>-Metodologias de ensino:</u> aula magistral, <i>Brainstorming</i> , ABE e Estudo de Casos; <u>-Recursos digitais:</u> Moodle®, Spotify®, Mentimeter®, Padlet®, Classroomscreen®, Google Drive®, Podcast Onda Frugal, slides, vídeos, filmes, documentários, cliques curtos, imagens, fotos, charges, artigos acadêmicos/não acadêmicos; <u>-Recursos físicos:</u> salas de aula amplas, quadro, mesas grandes, computador, <i>video beam</i> , cartazes coloridos, música e odorizante de ambiente; <u>-Caixa Frugal:</u> <i>post-its</i> , pincéis, canetas, régua, folhas brancas, tesoura, fita adesiva, papel kraft, biscoitos, glossário colaborativo em papel, cartilha de ODS Brasil em formato impresso; <u>-Recursos de pesquisa:</u> roteiros de entrevistas semiestruturadas e TCLE; <u>-Alternativas de evidências de aprendizagem:</u> imagens e narrativas que representem reflexões críticas e solidárias, fluxogramas, mapas mentais, infográficos, <i>slides</i> , desenhos e esboços.				
Competências e IE	-Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalho colaborativo em equipes heterogêneas: IE1(d).	-Compreensão sistêmica de problemáticas contemporâneas locais: IE1 (b) e IE2 (b); -Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalho colaborativo em equipes heterogêneas: IE1 (d), IE2 (d) e IE3 (d).	-Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalho colaborativo em equipes heterogêneas: IE1 (d), IE2 (d) e IE3 (d); -Apropriação de ADF: IE1(g).	-Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalho colaborativo em equipes heterogêneas: IE1 (d), IE2 (d) e IE3 (d); -Apropriação de ADF: IE2(g).	-Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c).

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 48 – Componentes do ambiente interno do artefato final (ciclo 2)

Ciclo 2	Prática social inicial	Problemática	Instrumentalização	Catarse	Prática social final
Objetivos das etapas	Planejar dinâmica projetual e imersão em campo.	Identificar um produto ou serviço local para transformar em proposta frugal.	Implementar ADF contextualizadas.	Entregar proposta de solução e modelo de negócios frugais.	Analisar resultados e aprendizados da experiência projetual.
Práticas gerais de mediação	-Trabalhar com estudantes universitários de diferentes programas acadêmicos (de graduação a partir do 4º semestre) e participantes de projetos sociais de extensão (líderes comunitários ou representantes de associações produtivas locais); -Selecionar salas de aula que permitam o movimento do corpo; -Utilizar os 9 princípios de Masters (2024) para criar um ambiente criativo, aberto e participativo; -Codesenhar uma “Caixa Frugal” conformada por recursos pedagógicos e de design, a partir de materiais locais (reciclados e reutilizados) disponibilizados pelos estudantes; -Utilizar <i>slogans</i> educacionais e reforçadores positivos verbais, bem como lembrar os nomes dos estudantes e intensificar o uso da palavra frugal em sala de aula; -Utilizar um <i>mix</i> de recursos audiovisuais chamativos e impactantes que ilustram casos reais de IF e EF (em diferentes estágios) e restrições socioeconômicas e culturais da América Latina; -Construir um glossário colaborativo, composto por significados, sinônimos e características textuais/gráficas sobre termos teóricos e técnicos em língua local; -Disponibilizar cartilha de ODS Brasil; -Aplicar mural de socialização: o que curti, o que não curti, o que ainda tenho dúvida e o que sugiro mudar; -Combinar diferentes instrumentos de avaliação individual e coletiva (tais como autoavaliação, heteroavaliação e coavaliação), direcionados pelos IE que conformam as competências educacionais.				
Práticas específicas de mediação	-Realizar atividade de pensamento lateral; -Apresentar o <i>Design Thinking</i> e sua relação com o DCU na ação projetual frugal; -Indicar leituras individuais de material teórico-prático em língua local; -Realizar treinamento para entrevistas, por meio de material audiovisual que exemplifique e compare diferentes formas de interagir em atividades de indagação; -Estabelecer códigos de trabalho grupal para o processo projetual; -Definir o contexto geográfico de imersão; -Aplicar questionário de pesquisa.	-Realizar observações e entrevistas para identificar produtos ou serviços existentes utilizados pelas comunidades da BoP local; -Apresentar, explicar e solicitar uma revisão básica de bases de patentes; -Estruturar problemática de estudo, a partir de produtos/serviços existentes; -Levantar o perfil dos usuários e as características do seu contexto.	-Explorar ideais em formato de protótipos, atendendo às Competências de IF; -Aplicar questionário de pesquisa.	-Apresentar propostas conceituais finais de soluções e modelos de negócios frugais; -Avaliar as propostas conceituais com participação de atores locais e pesquisadores em IF e EF (banca externa).	-Realizar dinâmica de <i>feedback</i> individual e coletiva das atividades realizadas durante o percurso projetual desenvolvido; -Aplicar questionário de pesquisa.

(continua)

(conclusão)

Ciclo 2	Prática social inicial	Problemática	Instrumentalização	Catarse	Prática social final
Aspectos teóricos	- <i>Design Thinking</i> e suas etapas.	-Características de IF e EF; -Etapa de ideação do <i>Design Thinking</i> .	-Características de IF e EF; -Etapa de prototipagem do <i>Design Thinking</i> .	-Características de IF e EF; -Etapa de validação e implementação do <i>Design Thinking</i> .	-Critérios de avaliação do <i>framework</i> , conforme preceitos da PAP.
ADF	-	-Desafio Estratégico; -Mapa dos <i>Stakeholders</i> + Persona; -Jornada do Usuário + E se? + Análise de Tarefa.	- <i>How Might We?</i> + Competências de IF; - <i>Storyboard</i> + 5 porquês; - <i>Lean Canvas</i> Frugal.	- <i>Lean Canvas</i> Frugal; -Competências de IF.	-
Materiais/métodos didáticos e de pesquisa	-<u>Metodologias de ensino</u>: aula magistral, <i>Brainstorming</i>, Pesquisa Desk e Pitch; -<u>Recursos digitais</u>: Moodle®, Spotify®, Mentimeter®, Padlet®, Classroomscreen®, Google Drive®, Podcast Onda Frugal, slides, vídeos, filmes, documentários, clipes curtos, imagens, fotos, charges, artigos acadêmicos/não acadêmicos; -<u>Recursos físicos</u>: salas de aula amplas, quadro, mesas grandes, computador, <i>video beam</i>, cartazes coloridos, música e odorizante de ambiente; -<u>Recursos de pesquisa</u>: roteiros de entrevistas semiestruturadas e TCLE; -<u>Caixa Frugal</u>: <i>post-its</i>, pincéis, canetas, régua, folhas brancas, tesoura, fita adesiva, papel kraft, biscoitos e glossário colaborativo em papel; -<u>Alternativas de evidências de aprendizagem</u>: imagens e narrativas que representem reflexões críticas e solidárias, fluxogramas, mapas mentais, infográficos, <i>slides</i>, desenhos, esboços, maquetes ou mockups em escala e baixa resolução (de madeira ou materiais reutilizados ou reciclados).				
Competências e IE	-Empatia com o outro e seu contexto: IE1 (a); -Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalho colaborativo em equipes heterogêneas: IE1 (d), IE2 (d) e IE3 (d).	-Empatia com o outro e seu contexto: IE1 (a); -Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalho colaborativo em equipes heterogêneas: IE1 (d), IE2 (d) e IE3 (d); -Identificação e análise de recursos/processos locais disponíveis, considerando restrições e compromisso ético: IE1(e) e IE2 (e).	-Empatia com o outro e seu contexto: IE1 (a); -Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalhar colaborativamente em equipes heterogêneas: IE1 (d), IE2 (d) e IE3 (d); -Identificação e análise de recursos/processos locais disponíveis, considerando restrições e compromisso ético: IE1(e) e IE2 (e); -Planejar e combinar de forma criativa recursos/materiais locais disponíveis, a partir dos critérios da IF: IE1(f); -Conhecer, apropriar e aplicar ADF: IE3 (g).	-Empatia com o outro e seu contexto: IE2 (a); -Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalhar colaborativamente em equipes heterogêneas: IE1 (d), IE2 (d) e IE3 (d); -Combinação criativa recursos/materiais locais disponíveis, a partir dos critérios da IF: IE2 (f).	-Comunicação clara, acessível e respeitosa: IE1 (c) e IE2 (c); -Trabalho colaborativo em equipes heterogêneas: IE1 (d), IE2 (d) e IE3 (d); -Apropriação de ADF: IE4 (g).

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme observado nesta subseção, a nova proposta aproveita as informações obtidas nos anteriores artefatos sugeridos, bem como os dados coletados durante o experimento na UFMG e os achados do referencial teórico, reunidos ao longo do andamento do estudo. Convém mencionar que os preceitos da teoria crítica da tecnologia e da teoria da construção social foram posicionados junto aos tópicos de frugalidade, *codesign* e DCU, no ciclo 1 do artefato final, para incentivar a compreensão de elementos socioculturais e técnicos de casos de estudos reais em IF e EF, bem como fomentar uma dinâmica teórica introdutória ao design de produtos frugais, haja vista os benefícios identificados nas entrevistas com discentes.

Também foram realizadas adequações nas competências educacionais para aproveitar os impactos positivos mencionados pelos estudantes com sua participação na experiência educacional. Essas informações permitiram apresentar, de forma clara e organizada, as capacidades que podem ser adquiridas pelos estudantes com a operacionalização do *framework* final. Também foram estabelecidos IE, seguindo diretrizes da ISO 9001:2015, de modo a estabelecer uma guia de avaliação individual e coletiva do desempenho educacional no campo de estudo. As novas competências, seus objetivos e indicadores são apresentados no Quadro 49. **Os aspectos teórico-práticos que foram essenciais para fundamentação dessas informações e do *framework final* são expostos no Quadro 60 (Apêndice F).**

Quadro 49 – Competências e IE do framework final

Competência (a): empatia com o outro e seu contexto.	Objetivo: incentivar a capacidade de identificação de situações sob diferentes ângulos, para gerar soluções atentas às demandas sociais/comunitárias, fomentando a solidariedade e o compromisso social.			
IE	Excelente (5)	Satisfatório (4,5 a 3,5)	Em desenvolvimento (3)	Insuficiente (2,5 a 1)
IE1 (a) Identificação de desafios locais, sob a perspectiva do outro e o seu contexto.	Identifica desafios locais sob a perspectiva do outro, considerando fatores contextuais e socioculturais.	Identifica desafios locais sob a perspectiva do outro.	Evidencia falhas na identificação de desafios locais sob a perspectiva do outro.	Não identifica desafios locais sob a perspectiva do outro.
IE2 (a) Proposição de respostas a desafios locais, sob a perspectiva do outro e o seu contexto.	Oferece respostas construtivas e empáticas às emoções e necessidades do outro e seu contexto, demonstrando compreensão e apoio.	Oferece respostas apropriadas ao contexto de desafios locais.	Oferece respostas simpáticas, mas superficiais, fundamentadas na sua própria perspectiva.	Não oferece respostas a desafios locais.
Competência (b): compreensão sistêmica de problemáticas contemporâneas locais.	Objetivo: fomentar a capacidade de identificar e estabelecer relações entre aspectos teóricos e múltiplas variáveis socioeconômicas, culturais e políticas que compõem problemas contemporâneos locais.			
IE	Excelente (5)	Satisfatório (4,5 a 3,5)	Em desenvolvimento (3)	Insuficiente (2,5 a 1)
IE1 (b) Identificação de problemas contemporâneos locais e seus componentes.	Demonstra uma identificação completa de problemas contemporâneos locais e seus componentes e, adicionalmente, identifica ODS de impacto.	Demonstra uma identificação completa de problemas contemporâneos locais e seus componentes.	Demonstra uma identificação incompleta de problemas contemporâneos locais.	Não identifica problemas contemporâneos locais.
IE2 (b) Análise das relações entre os componentes de problemas contemporâneos locais e aspectos teóricos.	Realiza uma análise profunda das relações entre os componentes de problemas contemporâneos locais, considerando aspectos teóricos.	Descreve e detalha as relações entre os componentes de problemas contemporâneos locais.	Evidencia falhas na descrição e no detalhamento das relações entre os componentes de problemas contemporâneos locais.	Não descreve relações entre os componentes de problemas contemporâneos locais.
Competência (c): comunicação clara, acessível e respeitosa.	Objetivo: promover a capacidade de se comunicar de forma eficaz, empática e solidária com indivíduos de diferentes formações e estilos de vida.			
IE	Excelente (5)	Satisfatório (4,5 a 3,5)	Em desenvolvimento (3)	Insuficiente (2,5 a 1)
IE1(c) Seleção e categorização de informações de forma objetiva.	Seleciona e categoriza informações sobre situações e desafios, propondo novas fontes de conhecimento.	Seleciona e categoriza informações sobre situações e desafios.	Evidencia falhas na seleção e categorização de informações sobre situações e desafios.	Seleciona, mas não categoriza informações sobre situações e desafios.
IE2(c) Descrição de informações de forma assertiva e empática.	Descreve informações sobre situações e desafios, por meio de uma linguagem empática e persuasiva, adaptando-se ao contexto e ao ouvinte.	Descreve informações sobre situações e desafios de forma assertiva.	Utiliza linguagem muito técnica para descrever informações sobre situações e desafios.	Descreve as informações sobre situações e desafios de forma ambígua.

(continua)

(continuação)

Competência (d): trabalho colaborativo em equipes heterogêneas.	Objetivo: fomentar a capacidade de estabelecer e fortalecer relações interpessoais em equipes de trabalho inter e transdisciplinares.			
IE	Excelente (5)	Satisfatório (4,5 a 3,5)	Em desenvolvimento (3)	Insuficiente (2,5 a 1)
IE1(d) Identificação e entendimento das suas funções na equipe de trabalho e as funções dos participantes.	Entende e explica as suas funções na equipe de trabalho e as funções dos participantes, potencializando as capacidades dos envolvidos.	Entende as suas funções na equipe de trabalho e as funções dos participantes.	Evidencia falhas na identificação e entendimento das suas funções na equipe de trabalho e as funções dos participantes.	Não identifica nem entende as suas funções na equipe de trabalho e as funções dos participantes.
IE2(d) Desempenho das funções na equipe de trabalho.	Desempenha as suas funções na equipe de trabalho e assume papel de liderança para facilitar o atendimento dos objetivos do grupo.	Desempenha as suas funções na equipe de trabalho.	Evidencia falhas no desempenho das suas funções na equipe de trabalho.	Não desempenha as suas funções na equipe de trabalho.
IE3(d) Participação e estabelecimento de relações interpessoais na equipe de trabalho.	Participa na equipe de trabalho fomentando a comunicação aberta e proativa, por meio de ações colaborativas e inclusivas.	Participa na equipe de trabalho e se comunica de forma flexível com os participantes para atingir os objetivos.	Evidencia falhas na forma de participação na equipe de trabalho e na sua interação com os participantes.	Não consegue estabelecer relações interpessoais com a equipe de trabalho.
Competência (e): identificação e análise de recursos/processos locais disponíveis, considerando restrições e compromisso ético.	Objetivo: incentivar a identificação e potenciais relações entre recursos/processos locais disponíveis, contemplando restrições territoriais e aspectos econômicos, socioculturais, históricos, ambientais, políticos, éticos, de saúde e segurança.			
IE	Excelente (5)	Satisfatório (4,5 a 3,5)	Em desenvolvimento (3)	Insuficiente (2,5 a 1)
IE1(e) Identificação e classificação de recursos e processos locais disponíveis.	Identifica recursos e processos locais disponíveis, e os classifica para apresentar uma organização sistemática das informações.	Identifica recursos e processos locais disponíveis.	Evidencia falhas na identificação de recursos e processos locais disponíveis.	Não identifica recursos e processos locais disponíveis.
IE2(e) Análise das relações entre recursos e processos locais disponíveis.	Analisa a relação entre recursos e processos presentes em um sistema, discutindo restrições e aspectos econômicos, socioculturais, históricos, ambientais, políticos, éticos, de saúde e segurança.	Analisa a relação entre recursos e processos presentes em um sistema.	Evidencia falhas na análise da relação entre recursos e processos presentes em um sistema.	Não analisa a relação entre recursos e processos presentes em um sistema.

(continua)

(conclusão)

Competência (f): combinação criativa de recursos/materiais locais disponíveis, a partir dos critérios da IF.		Objetivo: estimular a capacidade de organização e aplicação de atividades criativas para combinação de recursos/materiais locais disponíveis, de modo a desenhar soluções frugais.		
IE	Excelente (5)	Satisfatório (4,5 a 3,5)	Em desenvolvimento (3)	Insuficiente (2,5 a 1)
IE1(f) Planejamento de uso criativo de recursos e materiais locais disponíveis, considerando os critérios da IF.	Descreve, detalhadamente, a forma de uso criativo de recursos e materiais locais disponíveis, considerando os critérios da IF.	Descreve a forma de uso criativo de recursos e materiais locais disponíveis, considerando os critérios da IF.	Evidencia falhas na descrição de uso criativo de recursos e materiais locais disponíveis, considerando os critérios da IF.	Não descreve o uso criativo de recursos e materiais locais disponíveis.
IE2(f) Aplicação criativa de recursos e materiais locais disponíveis, considerando os critérios da IF.	Desenha e explica, detalhadamente, um protótipo de solução e modelo de negócio, cumprindo os critérios da IF e demonstrando viabilidade social, econômica e tecnológica.	Desenha e explica um protótipo de solução e modelo de negócio, cumprindo os critérios da IF.	Evidencia falhas na explicação do protótipo de solução e modelo de negócio, mas atende aos critérios da IF.	Apresenta falhas no desenho do protótipo de solução e modelo de negócio, e não cumpre os critérios da IF.
Competência (g): apropriação de ADF.		Objetivo: fomentar a capacidade de compreender e assimilar ADF em processos projetuais, de forma a realizar sua aplicação e adaptação em diversas situações e contextos.		
IE	Excelente (5)	Satisfatório (4,5 a 3,5)	Em desenvolvimento (3)	Insuficiente (2,5 a 1)
IE1(g) Identificação e descrição de ADF para resolver uma problemática local.	Identifica e descreve, autônoma e agilmente, ADF para resolver problemáticas locais.	Identifica e descreve ADF, sob orientação, para resolver problemáticas locais.	Evidencia falhas na identificação e descrição de ADF.	Não identifica nem descreve ADF.
IE2(g) Apropriação de ADF para formular uma solução frugal.	Identifica e analisa, de forma ativa e colaborativa, fortalezas, debilidades e oportunidades de ajustes na estrutura e forma de aplicação de ADF.	Identifica e analisa pontos de melhoria na aplicação de ADF no contexto educacional.	Evidencia falhas na identificação e forma de aplicação de ADF.	Não identifica nem analisa pontos de melhoria na aplicação de ADF.
IE3(g) Aplicação das ADF para formular uma solução frugal.	Aplica, autônoma e agilmente, ADF para projetar uma solução frugal, propondo pontos de análise no uso dessas ferramentas.	Aplica ADF, sob orientação, para projetar uma solução frugal que atenda a uma problemática local.	Evidencia falhas na aplicação de ADF para resolver uma problemática local.	Não aplica ADF para resolver uma problemática local.
IE4(g) Interpretação dos resultados da experiência criativa.	Analisa os resultados da sua experiência projetual, reflete sobre a sua tomada de consciência do saber próprio e propõe ajustes.	Analisa os resultados da sua experiência projetual e propõe ajustes.	Evidencia falhas na análise dos resultados da sua experiência projetual.	Não analisa os resultados da sua experiência projetual.

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme informado na Introdução desta tese (capítulo 1), a pesquisa buscou preencher uma lacuna prática identificada com relação à realização de estudos acadêmicos que estabeleçam e integrem estratégias de educação frugal e ADF para formação em inovação e empreendedorismo frugais em contextos universitários brasileiros. Uma vez que os esforços de pesquisa mapeados, até então, foram somente no sentido de tratar cada um dos elementos individualmente ou, em alguns casos, abordando, no máximo, ADF sem contextualização nem participação da BoP local em processos educacionais; evidenciou-se a oportunidade e a relevância do presente estudo.

Em função do exposto acima, neste capítulo, descreve-se a justificativa de atendimento à premissa e aos objetivos propostos para suprir a lacuna identificada. São descritas também, as contribuições da pesquisa, as limitações encontradas durante seu desenvolvimento e sugestões de futuros trabalhos.

- **Premissa da pesquisa**

A pesquisa defendeu a seguinte premissa – uma abordagem metodologia, de caráter didático, que permita integrar estratégias de educação frugal e ADF, junto a indivíduos de comunidades é necessária para alcançar uma análise mais abrangente do tema e congruente com os propósitos da inovação e do empreendedorismo frugais: entregar valor para mais pessoas. Tal premissa é procedente, desde que o modelo seja contextualizado a partir da compreensão e apropriação prévia dos processos criativos, socioculturais e metacognitivos inerentes aos perfis dos sujeitos que fazem parte da academia e da sociedade civil. Tal modelo é aqui destacado como um *framework* flexível e propositivo, cujas ADF devem ser revistas e adaptadas, desde o início do processo pedagógico, a fim de atender ao contexto institucional acadêmico, principalmente no que tange às necessidades dos seus usuários, sejam estes estudantes universitários e líderes comunitários locais.

- **Objetivos da pesquisa**

O objetivo principal da pesquisa foi desenvolver e estabelecer um *framework* que represente e auxilie o processo de educação em IF e EF em contextos universitários brasileiros.

Para atender a esse propósito, o objetivo foi desmembrado em três objetivos específicos: (i) examinar preceitos que norteiam práticas de educação frugal e de desenvolvimento de projeto com enfoque frugal; (ii) selecionar e incorporar estratégias de educação frugal e ADF ao processo educacional em IF e EF de um caso universitário brasileiro; e (iii) elaborar considerações sobre os benefícios e as ressalvas à aplicação e à consolidação da abordagem proposta.

Em resposta ao primeiro e segundo objetivo específico da pesquisa, tomando-se como base os preceitos da DSR e da PAP, foram coletadas informações teóricas e práticas, a partir de: (a) revisão da literatura; (b) *survey*; (c) entrevistas semiestruturadas com docentes participantes da RELIF, da REBRIF ou em conexão com essas redes; (d) experimentos colaborativos em sala de aula; e (e) entrevistas semiestruturadas com estudantes universitários e indivíduos da BoP. Essas informações permitiram o mapeamento e a aplicação conjunta de estratégias de educação frugal e ADF que podem colaborar para o processo de educação em IF e EF no contexto acadêmico do Brasil junto a comunidades locais.

Com base nesses conhecimentos teórico-práticos acessados, foi possível elaborar considerações sobre contribuições, desafios e implicações do processo realizado, cumprindo-se assim o terceiro objetivo específico deste estudo. As considerações também permitiram a consolidação e a sustentação da estrutura do artefato final, apoiando o atendimento efetivo do objetivo geral da pesquisa. O Quadro 50 ilustra as contribuições atingidas com cada objetivo.

Quadro 50 – Contribuições atingidas com cada objetivo do estudo

Propósitos da pesquisa	Contribuição
Objetivo específico 1.	-Definição de atividades e parâmetros educacionais sobre IF e EF, a partir de: - o Mapeamento teórico-prático de estratégias, mecanismos e abordagens que norteiam a educação frugal e o desenvolvimento de projeto com enfoque frugal; - o Aprofundamento de aspectos empíricos sobre educação de IF e EF utilizados por docentes da América Latina. -Proposição de conceito sobre IF e EF para contextos universitários.
Objetivo específico 2.	-Validação de elementos teórico-práticos que auxiliam no processo de educação em IF e EF em contextos acadêmicos, a partir de: - o Teste piloto na USB (Colômbia) para fortalecimento dos propósitos no caso universitário do Brasil; - o Disciplina e curso de extensão na UFMG.
Objetivo específico 3.	-Validação do processo proposto; -Fundamentação e representação de um <i>framework</i> adequado para o caso brasileiro.

Fonte: Elaborado a partir dos achados da pesquisa.

• Contribuições da pesquisa

A presente pesquisa contribui para o conhecimento ao tornar explícito, por meio do *framework* apresentado, como deve acontecer o processo de educação em inovação e

empreendedorismo frugais em contextos universitários brasileiros, com participação da BoP local. Embora a literatura apresente metodologias para essa temática, é limitada a análise da dinâmica junto a essas comunidades em sala de aula, em que aspectos regionais e identitários do território são tidos como fontes para geração de soluções e modelos de negócios frugais.

A pesquisa contribui também com um conceito próprio de inovação e empreendedorismo frugais para cenários acadêmicos, coerente com a premissa da pesquisa. Na definição desta tese, determina-se IF e EF como um *processo de geração e prototipagem de novas ideias que permite a reconfiguração de produtos, serviços, processos e métodos existentes, reduzindo substancialmente os custos de aquisição, utilização e manutenção. Tudo isso priorizando a otimização de funções essenciais, por meio de uma **dinâmica ativa, criativa e colaborativa com a BoP local**, de modo a unir conhecimentos e tornar mais provável a projeção de melhores soluções e modelos de negócios efetivos às demandas sociais/comunitárias selecionadas*. Esta definição contribui para o campo teórico-prático ao explicar o foco de atenção dessas formas de inovação e empreendedorismo na relação com academia-sociedade civil.

O estudo também contribui com novas conexões e possibilidades de interação de diversos conteúdos teóricos utilizados para operacionalização do artefato apresentado – tais como frugalidade, teoria crítica da tecnologia, teoria da construção social, inovação, proposta de valor, BoP, desenvolvimento sustentável, ODS, EC, IF, EF, *codesign*, DCU e *Design Thinking* –, o que amplia a perspectiva de novas abordagens para exploração do assunto na prática.

Isso ocorre, por exemplo, na conexão entre postulados da teoria crítica da tecnologia, da teoria da construção social e do *codesign*, que evidenciaram impacto positivo na dinâmica de apropriação/aplicação dos conceitos e características da IF e do EF, conforme dados obtidos nos experimentos em sala de aula. Acredita-se que o uso integrado desses aspectos, enquanto campos do conhecimento, possam contribuir para desenvolver um novo *mindset* em dinâmicas de design de produtos frugais. Também, o uso conjunto de elementos teóricos de inovação e empreendedorismo frugais, BoP, desenvolvimento sustentável, ODS e EC, durante o processo pedagógico, demonstrou o potencial da sua aplicação, especialmente, no que diz respeito ao fomento de projetos com perspectivas de trabalho em responsabilidade comunitária e equidade socioeconômica.

Outra contribuição da tese é evidenciar o papel exercido pelas estratégias de educação frugal e pelas ADF, assim como ter corroborado a efetiva existência de integração desses elementos, sob a ótica de campo. Por meio dessa relação, foi possível identificar e analisar

repertórios socioculturais próprios do cenário brasileiro, assim como incorporá-los ao processo de aprendizagem. Sob a perspectiva educacional, esse cenário representou um laboratório de processos criativos, simbólicos, culturais e técnicos para difusão do valor frugal em IES.

Ademais, o estudo oferece contribuição particular no planejamento curricular, já que estabelece uma lista de competências educacionais e IE adequados aos participantes do processo pedagógico em IF e EF. Essa contribuição serve como ponto de partida para verificar e conhecer as capacidades esperadas que os estudantes adquiram após o uso do artefato, ajudando a instituições e demais interessados a entenderem os objetivos de aprendizagem para a área de estudo.

Os resultados deste estudo também têm potencial de auxiliar a docentes e pesquisadores brasileiros a compreender a inovação e o empreendedorismo frugais como um processo participativo, que pode ser reutilizado em outros cenários universitários, apropriando-se de seus componentes para potencializar/agilizar a projeção de solução frugais em comunhão pedagógica com estudantes universitários e indivíduos da BoP local. Destaca-se que tal contribuição está de acordo com o objetivo da DSR, que é desenvolver soluções que possam resolver ou melhorar a situação de um desafio selecionado, e, o propósito da PAP, que é apoiar o processo de geração de conhecimento com e para populações em situação de vulnerabilidade.

Por fim, o *framework* contribui com novas perspectivas de emprego da PHC, tendendo a ampliar o alcance dessa pedagogia em novas pesquisas que promovam abordagens de educação em IF e EF. Neste trabalho, a PHC foi utilizada como vetor teórico na estrutura do artefato final, com o intuito de promover uma conexão solidária e ativa entre universidade e comunidades locais, cujas etapas didáticas podem ser revistas e aditadas para dar conta do cenário de aplicação.

*Dois artigos resultantes da presente tese já estão disponíveis para consulta⁴¹

- **Limitações da pesquisa**

Existem limitações advindas de decisões que precisaram ser tomadas durante a execução da pesquisa. No momento da escolha da profundidade de cada uma das abordagens teóricas ou dos preceitos metodológicos empregados nesta tese, optou-se por determinados recortes e

⁴¹ Documentos disponíveis em: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3796> e <https://anais.eneds.org.br/index.php/eneds/article/view/854/691>.

formas de análise, para a construção do artefato proposto, que carregaram, em si, certo teor de subjetividade.

Embora se tenha clareza acerca da justificativa de cada escolha, expostas no capítulo 3 (materiais e métodos), se fossem escolhidos outros elementos teóricos, práticos e metodológicos, outros resultados seriam encontrados. Destacam-se aqui as principais limitações do estudo que poderão vir a ser superadas em novas pesquisas:

- a) Impossibilidade de realizar a validação do artefato desenvolvido em outro contexto brasileiro: a UFMG representa uma amostra de grande relevância no cenário acadêmico brasileiro, contudo, poderiam ter sido escolhidas outras universidades em outros estados, ou, ainda, serem escolhidas IES que fazem parte da RELIF e da REBRIF para operacionalização do artefato desenvolvido. Qualquer escolha diferente, nesse caso, traria, sem dúvidas, resultados bem variados e, consequentemente, achados mais generalizáveis para a América Latina;
- b) Dificuldade de obter participação ampla de líderes comunitários ou de representantes de associações locais: apesar de não ter sido percebida perda na avaliação realizada no experimento junto a participantes do Programa Incluir UFMG, a ampla participação de líderes comunitários ou de representantes de associações locais no exercício educacional, certamente, traria resultados ainda mais ricos e fundamentados para a investigação. É sempre relevante captar a percepção de uma diversidade maior de atores da BoP, para aumentar a possibilidade de que as soluções formuladas sejam apropriadas pelas suas comunidades, conforme apontam Pisoni *et al.* (2018), Brem *et al.* (2020), Pedroso *et al.* (2023) e Upadhyay e Punekar (2023);
- c) Impossibilidade de incluir outras formas de discussão de teorias, abordagens e métodos: embora esta investigação tenha realizado uma validação rigorosa do artefato e atingido os objetivos propostos, algumas escolhas excluíram a possibilidade de se efetuar certas indagações e relações profundas entre os elementos teóricos, além de se excluir determinadas abordagens e métodos. A inclusão desses elementos e formas de discussão traria um melhor entendimento teórico sobre o *framework*; e
- d) Impossibilidade de validação do artefato final: mesmo que tenha sido apresentada a estrutura e o ambiente interno do *framework* final (subseção 4.5.2), o cronograma

da pesquisa e algumas contingências institucionais impediram a operacionalização do instrumento para sua validação empírica final no contexto brasileiro.

- **Sugestões de trabalho futuros**

Os resultados apresentados nesta tese podem ser entendidos como subsídios iniciais e demandam aprofundamento. Cinco enfoques são compreendidos como imediatos para a continuidade do estudo, quais sejam:

- a) Realizar a aplicação do artefato final em outro contexto brasileiro, e, inclusive analisar de forma comparativa a sua operacionalização em outros territórios da América Latina, de modo a ampliar a generalização do *framework*;
- b) Aprofundar no mapeamento sistemático acerca das habilidades que devem compor o perfil de docentes que praticam a educação em IF e EF no cenário latino-americano. A etapa de conscientização da pesquisa – entrevistas semiestruturadas com docentes – permitiu fazer um primeiro levantamento dos comportamentos docentes fundamentais ao ensino dessas temáticas, gerando subsídios para estudos posteriores que visem acrescentar informações sobre esse assunto;
- c) Avançar no desenvolvimento da “Caixa Frugal” como instrumento pedagógico projetual, modular e móvel, que permite dinamizar o processo educacional em IF e EF em ambientes universitários. Esse instrumento fortalece o conceito de *codesign* acadêmico, pois, na presente pesquisa, permitiu aos participantes o livre acesso e compartilhamento de materiais/recursos físicos necessários para o desenvolvimento de dinâmicas criativas em sala de aula;
- d) Aprofundar na identificação e no estabelecimento das ADF que permitem atender, especificamente, a cada um dos critérios da IF – redução substancial de custos, concentração nas principais funcionalidades, e nível otimizado de desempenho. Essa opção de pesquisa permitiria avançar no processo pedagógico projetual, no que tange ao desenvolvimento de propostas mais robustas e tangíveis de IF e EF, em conexão academia-sociedade civil; e
- e) Aprofundar na discussão teórica de elementos que conformam a teoria crítica da tecnologia, a teoria da construção social, o *codesign*, o DCU e o *Design Thinking*, para conhecer seu papel conceitual como possibilidades analíticas na concepção e no desenvolvimento de soluções frugais em ações educacionais universitárias.

REFERÊNCIAS

ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ABET). **Home**, 2021. Disponível em: <https://www.abet.org/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

AGARWAL, B. Diffusion of rural innovations: Some analytical issues and the case of wood-burning stoves. **World Development**, v. 11, n. 4, p. 359-376, 1983. Disponível em: https://www.binaagarwal.com/downloads/apapers/diffusion_of_rural_innovations.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

AGARWAL, N.; BREM, A. Frugal and Reverse Innovation – Literature overview and case study insights from a German MNC in India and China. In: International Conference on Engineering, Technology and Innovation, 18, 2012, Munich. **Anais...** Munich: ICE, 2012 (Congresso). Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICE.2012.6297683>. Acesso em: 07 fev. 2025.

AGARWAL, N.; BREM, A. Frugal innovation-past, present, and future. **IEEE Engineering Management Review**, v. 45, n. 3, p. 37-41, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EMR.2017.2734320>. Acesso em: 07 fev. 2025.

AHUJA, S. Cost vs. value + empathy: a new formula for frugal science. **Design Management Review**, v. 25, n. 2, p. 52-55, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/drev.10284>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ALBERT, M. Sustainable Frugal Innovation - The connection between frugal innovation and sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 237, n. 1, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117747>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ALDRICH, H. E.; RUEF, M. **Organizations Evolving**. London: Sage, 2006.

ALMROTT, C.; ASTORINO, L.; BETTE, S.; DELINCHANT, B.; FORTEMPS, P.; GIRARD, U.; HENDRICK, P.; HODENCQ, S.; LECRON, F.; LHUISSIER, J.; LOESLE, K.; LOPEZ SANTIAGO, L. M.; PEREZ RODRIGUEZ, S.; RENARD, G.; REYES, T.; VANDENBULCKE, V.; WALSH, J. **Lessons in Low-Tech: A Handbook for Sustainable Education**. Dublin: ARROW Technological University Dublin, 2025. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.21427/3yhz-9j83>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ALTURKI, A.; GABLE, G. G.; BANDARA, W. A design science research roadmap. *desrist*. In: International Conference on Service-Oriented Perspectives in Design Science Research, 6, 2011, Milwaukee. **Anais...** Milwaukee: Springer, 2011. (Congresso). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-20633-7_8. Acesso em: 07 fev. 2025.

ANDEL, T. Andel and Handling: Frugal price: virtue or vice? **Material Handling and Logistics**, v. 68, n. 11, p. 4-15, 2013. Disponível em: <https://www.mhlnews.com/powered-vehicles-and-forklifts/article/22049554/andel-and-handling-frugal-price-virtue-or-vice>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ANGOT, J.; PLÉ, L. Serving poor people in rich countries: the bottom-of-the-pyramid business model solution. **Journal of Business Strategy**, v. 36, n. 2, p. 3-15, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JBS-11-2013-0111>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ANNALA, L. **Global Thirst for Governing Water: Technologies, Innovations and Drinking Water Governance in India and Ethiopia**. Helsinki: Hanken School of Economics, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10227/412898>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ANNALA, L.; SARIN, A.; GREEN, J. L. Co-production of frugal innovation: Case of low cost reverse osmosis water filters in India. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, n. 1, p. 110-118, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.065>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ARNAB, S. **Game science in hybrid learning spaces**. New York: Routledge Taylor & Francis Group, 2020.

ARNAB, S.; CLARKE, S. Towards a trans-disciplinary methodology for a game-based intervention development process. **British Journal of Educational Technology**, v. 48, n. 2, p. 279-312, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/bjet.12377>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ARNAB, S.; MAHON, D.; MASTERS, A.; MORINI, L.; MINOI, J. L.; MOHAMAD, F. S. Towards the mapping of learning, playful, and frugal aspects for developing 21st century competencies and resilience. In: European Conference on Game Based Learning, 15, 2021, Brighton. **Anais...** Brighton: ECGBL, 2021. (Congresso). Disponível em: <https://pure.coventry.ac.uk/ws/portalfiles/portal/45808143/Binder1.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ATHREYE, S.; KAPUR, S. Introduction: The internationalization of Chinese and Indian firms: trends, motivations and strategy. **Industrial and Corporate Change**, v. 18, n. 2, p. 209-221, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icc/dtp007>. Acesso em: 07 fev. 2025.

AVELAR, J. P. **Contribuições ao ensino de projeto sob a perspectiva do Slow Design**. Tese (Doutorado em Design). Belo Horizonte: Universidade do Estado de Minas Gerais, 2023.

AVELAR, J. P.; ROMEIRO, E. F. A abordagem Slow e sua contribuição ao Design: avaliação de um produto. **DAT Journal**, v. 7, n. 2, p. 114-123, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.29147/datjournal.v7i2.553>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360751222_Metodologias_ativas_para_uma_educacao_inovadora_uma_abordagem_teorico-pratica. Acesso em: 07 fev. 2025.

BACQ, S.; JANSSEN, F. The multiple faces of social entrepreneurship: A review of definitional issues based on geographical and thematic criteria. **Entrepreneurship and Regional Development**, v. 23, n. 5-6, p. 373-403, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08985626.2011.577242>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BALDISSERA, L. F.; MACHADO, M. F. R. C. **Mediação Pedagógica e Metodologias Ativas no contexto da Educação Profissional e Tecnológica a Distância**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2020. Disponível em:

https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/571480/2/Apostila_Curso%20de%20forma%C3%A7%C3%A3o_Lucilene.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

BANCO MUNDIAL. **Quase Metade do Mundo Vive com Menos de USD \$5.50 por dia**. 2018. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2018/10/17/nearly-half-the-world-lives-on-less-than-550-a-day-brazilian-portuguese>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BARCLAY, C. Using frugal innovations to support cybercrime legislations in small developing states: Introducing the cyber-legislation development and implementation process model (CyberLeg-DPM). **Information Technology for Development**, v. 20, n. 2, p. 165-195, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02681102.2013.841630>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luiz Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BAS, C. L. Frugal innovation as environmental innovation. **International Journal of Technology Management, Modelling and Management**, v. 83, n. 1, p. 78-96, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2020.109231>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BASKERVILLE, R.; MYERS, M. D. Special issue on action research in information systems: making IS research relevant to practice-foreword. **Mis Q.**, v. 28, n. 3, p. 329-335, 2004. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25148642>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BASU, R.; BANERJEE, P. M. SWEENEY, E. G. Frugal innovation: core competencies to address global sustainability. **Journal of Management for Global Sustainability**, v. 1, n. 2, p. 63-82, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.13185/2244-6893.1023>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BELKADI, F.; BUERGIN, J.; GUPTA, R. K.; YICHA, Z. Co-definition of product structure and production network for frugal innovation perspectives: towards a modular based approach. **Procedia CIRP**, v. 50, n. 1, p. 589-594, 2016. Disponível em: <https://hal.science/hal-02381218v1>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BELKADI, F.; GUPTA, R. K.; NATALIZIO, S.; BERNARD, A. Modular architectures management with PLM for the adaptation of frugal products to regional markets. In: International Conference on Product Lifecycle Management, 14, 2017, Sevilla. **Anais...** Sevilla: HAL Open Science, 2017. (Congresso). Disponível em: <https://inria.hal.science/hal-01764153v1/document>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BELKADI, F.; VLACHOU, E.; KUMAR-GUPTA, R.; ZOGOPOULOS, V.; KAYA, M.; BERNARD, A.; MOURTZIS, D.; NATALIZIO, S.; BÜYÜKDİĞAN, B. G.; TEKIN BAYRAK, I. Modularity as a support for frugal product and supplier network co-definition under regional market constraints: a mirroring hypothesis application. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 20, p. 1-16, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1481300>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BENDUL, J. C.; ROSCA, E.; PIVOVAROVA, D. Sustainable supply chain models for base of the pyramid. **J. Clean. Prod.**, v. 162, n. 1, p. 1-14, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.001>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BHATTACHARJYA, B. R.; BHADURI, S.; KAKOTY, S. K. Co-creating community-led frugal innovation: An adapted Quadruple Helix? **Technovation**, v. 124, n. 1, p. 1-15, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102752>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BHATTI, Y. A. **What is Frugal, What is Innovation? Towards a Theory of Frugal Innovation**. Imperial College London (Working Paper), p. 1-15, 2012. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=2005910>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BHATTI, Y.; BASU, R. R.; BARRON, D.; VENTRESCA, M. J. **Frugal innovation: Models, means, methods**. London: Cambridge University Press. 2018.

BHATTI, Y.; PRABHU, J. Frugal innovation and social innovation: Linked paths to achieving inclusion sustainably. In: GEORGE, G.; BAKER, T.; TRACEY, P.; JOSHI, H. (Eds.), **Handbook of inclusive innovation: The role of organizations, markets and communities in social innovation**, p. 354-376. Cheltenham: Edward Elgar, 2019.

BHATTI, Y.; VENTRESCA, M. **How can “frugal innovation” be conceptualized?** Imperial College London (Working Paper), p. 1-26, 2013. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=2203552>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BIANCHI, C.; BIANCO, M.; ARDANCHE, M.; SCHENCK, M. Healthcare frugal innovation: A solving problem rationale under scarcity conditions. **Technology in Society**, v. 51, n. 1, p. 74-80, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.08.001>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BILANDZIC, M.; VENABLE, J. Towards participatory action design research: adapting action research and design science research methods for urban informatics. **The Journal of Community Informatics**, v. 7, n. 3, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.15353/joci.v7i3.2592>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BIHOUIX, P. **L'âge des low-tech: Vers une civilisation techniquement soutenable**. Paris: Éditions du seuil 2014.

BOBEL, I. JUGAAD: A New Innovation Mindset. J. Bus. **Financ. Aff.**, v. 1, n. 4, p. 1, 2012. Disponível em: <https://www.hilarispublisher.com/open-access/jugaad-a-new-innovation-mindset-2167-0234.1000e116.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BOCKEN, N.; SHORT, N. Towards a sufficiency-driven business model: experiences and opportunities. **Environ. Innov. Soc. Transitions**, v. 18, n. 1, p. 41-61, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.07.010>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BOONS, F.; MONTALVO, C.; QUIST, J.; WAGNER, M. Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. **Journal of Cleaner Production**, v. 45, n.1, p. 1-8, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.013>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BOUND, K; THORNTON, I. W. **Our Frugal Future: Lessons from India's Innovation System**, Nesta, London, 2012.

BRANDALISE, L. T. **Modelos de medição de percepção e comportamento**: uma revisão. Florianópolis: Laboratório de Gestão Tecnologia e Informação /Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em: <http://www.lgti.ufsc.br/brandalise.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BRANDALISE, L. T.; BERTOLINI, G. R. F. Instrumentos de medição de percepção e comportamento – uma revisão. **Rev. Ciênc. Empres. UNIPAR**, v. 14, n. 1, p. 7-34, 2013. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/empresarial/article/view/4661/2775>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BRASIL. **Lei no 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei no 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei no 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei no 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei no 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei no 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei no 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei no 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional no 85, de 26 de fevereiro de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm. Acesso em: 07 fev. 2025.

BRASIL. **Resolução CNE/CES 2/2019**. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de abril de 2019, seção 1, cap. 2, art. 3, inc. I-VI, p. 43-44. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 07 fev. 2025.

BREM, A. Frugal innovation-past, present, and future. **IEEE Engineering Management Review**, v. 45, n. 3, p. 37-41, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EMR.2017.2734320>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BREM, A.; WIMSCHEIDER, C.; DUTRA, A. R. A.; CUBAS, A. L. V.; RIBEIRO, R. D. How to design and construct an innovative frugal product? An empirical examination of a frugal new product development process. **Journal of Cleaner Production**, v. 275, n. 1, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122232>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BREM, A.; WOLFRAM, P. Research and development from the bottom up- introduction of terminologies for new product development in emerging markets. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 3, n. 9, p. 1-21, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2192-5372-3-9>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BROWN, T. **Design Thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Trad. Cristina Yamagami, 10 ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

BUCHANAN, R. Design Research and the New Learning. **Design Issues**, v. 17, n. 4, p. 3-23, 2001. Disponível em: <https://www.ida.liu.se/~steho87/desres/buchanan.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

BURNS, C.; COTTAM, H.; VANSTONE, C.; WINHALL, J. **Red paper 02**: Transformation design. London: Design Council, 2006.

BUSCH, H. C. Frugal innovation in energy transitions: insights from solar energy cases in Brazil. **Camb. J. Regions Econ. Soc.**, v. 14, n. 2. p. 321-341. Oxford University Press, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsab007>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CADEDDU, S. B.; DONOVAN, J. D.; TOPPLE, C.; DE WAAL, G. A.; MASLI, E. K. **Frugal Innovation and the New Product Development Process: Insights from Indonesia**. London: Routledge, 2019.

CAI, Q.; YING, Y.; LIU, Y.; WU, W. Innovating with limited resources: The antecedents and consequences of frugal innovation. **Sustainability**, v. 11, n. 20, p. 1-23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11205789>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CAMPBELL, J. **O herói de mil faces**. São Paulo: Pensamento, 2007.

CASTILLO, L. G.; DIEHL, J. C.; BREZET, J. C. Design considerations for base of the pyramid (BoP) projects. In: Northern World Mandate: Culumus Helsinki Conference, 2012, Helsinki. **Anais...** Helsinki: Culumus Helsinki Conference, 2012. (Congresso). Disponível em: <http://cumulushelsinki2012.aalto.fi/cumulushelsinki2012.org/wp-content/uploads/2012/05/Design-Considerations-for-Base-of-the-Pyramid.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CAVALCANTI, C.; FILATRO, A. **Design Thinking na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva, 2016.

CAVUSGIL, S. T.; DELIGONUL, S.; KARDES, I.; CAVUSGIL, E. Middle-Class Consumers in Emerging Markets: Conceptualization, Propositions, and Implications for International Marketers. **Journal of International Marketing**, v. 26, n. 3, p. 94-108, 2018. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/44876609>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CENTRO BRASILEIRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO (CEBRAP). **2024 Relatório do Observatório Brasileiro das Desigualdades**. 2024. Disponível em: https://combateasdesigualdades.org/wp-content/uploads/2024/09/RELATORIO_2024_v3-1.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

CHAKRABARTI, A. A course for teaching design research methodology. **Analysis and Manufacturing**, v. 24, n. 3, p. 317-334, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0890060410000223>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CHERRIER, H.; GOSWAMI, P.; RAY, S. Social entrepreneurship: Creating value in the context of institutional complexity. **J. Bus. Res.**, v. 86, n. 1, p. 245-258, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.10.056>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CHLIOVA, M.; RINGOV, D. Scaling impact: Template development and replication at the base of the pyramid. **Academy of Management Perspectives**, v. 31, n. 1, p. 44-62, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5465/amp.2015.0010>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CLARKE, S.; MASTERS, A.; COLLINS, B.; FLYNN, D.; ARNAB, S. Using Frugal Education Principles and the RPG Maker MV Game Engine to Aid the Co-creation of Digital Game-based Learning Resources. In: European Conference on Game Based Learning:

ECGBL, 14, 2020, Brighton. **Anais...** Brighton: Academic Conferences International Limited, 2020. (Congresso). Disponível em: https://pure.coventry.ac.uk/ws/portalfiles/portal/41358454/Clarke_Frugal_Education_Principles.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

COLLEDANI, M.; SILIPO, L.; YEMANE, A.; LANZA, G.; BÜRGIN, J.; HOCHDÖRFFER, J.; GEORGOULIAS, K.; MOURTZIS, D.; BITTE, F.; BERNARD, A.; BELKADI, F. Technology-based product-services for supporting frugal innovation. **Procedia CIRP**, v. 47, n 1, p. 126-131, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.093>. Acesso em: 07 fev. 2025.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2 ed. Bookman, 2005.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). **Panorama Social de América Latina y el Caribe 2024: Desafíos de la protección social no contributiva para avanzar hacia el desarrollo social inclusivo**, 2024. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/80858-panorama-social-america-latina-caribe-2024-desafios-la-proteccion-social>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CORSINI, L.; DAMMICCO, V.; MOULTRIE, J. Frugal innovation in a crisis: the digital fabrication maker response to COVID-19. **R&D Management**, v. 51, n. 2, p. 195-210, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/radm.12446>. Acesso em: 07 fev. 2025.

COSTA, G. J.; GOUVINHAS, R. P. Ecodesign Strategies and Product Development Process within Northeast SME Brazilian Companies. **Product (IGDP) Florianópolis**, v. 2, n.1, p. 31-40, 2003. Disponível em: <https://www.pmd.igdp.org.br/article/586fc511f7636eea018b4599>. Acesso em: 07 fev. 2025.

COZZENS, S.; SUTZ, J. **Innovation in informal settings: A research agenda**, 2012. Disponível em: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/server/api/core/bitstreams/26bc9ac6-34f1-4038-9385-e6a3d05c0398/content>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CUNHA, R. A.; OLIVEIRA, P.; ROSADO, P.; HABIB, N. Product innovation in resource-poor environments: Three research streams. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 2, p. 202-210, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12090>. Acesso em: 07 fev. 2025.

CYBULSKI, J. S.; CLEMENTS, J.; PRAKASH, M. Foldscope: origami-based paper microscope. **PloS one**, v. 9, n. 6, p. 1-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098781>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DABIĆ, M.; OBRADOVIĆ, T.; VLAČIĆ, B.; SAHASRANAMAM, S.; PAUL, J. Frugal innovations: a multidisciplinary review & agenda for future research. **Business Research**, v. 142, n. 1, p. 914-929, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2022.01.032>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. C.; NOVAES, H. T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: DAGNINO R. (Org.) **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 71-111. Disponível em:

https://cdt.unb.br/images/CEDES/2010_FERRAMENTA_TEC_SOCIAL_LIVRO.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

DALMARO, M; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **RGO Revista Gestão Organizacional**, v. 6, n. 1, p. 161-174, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.22277/rgo.v6i3.1386>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DANESE, P.; FILIPPINI, R. Direct and mediated effects of product modularity on development time and product performance. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 60, n. 2, p. 260-271, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICMIT.2010.5492779>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DARLEY, W. K.; JOHNSON, D. M. A Contemporary Analysis of the Low-Income Consumer: an international perspective: an International Perspective. In: TAN, C. T.; SHETH, J. N. (Eds.), Historical Perspective in Consumer Research: National and International Perspectives, p. 206-210. Singapore: Association for Consumer Research, 1985.

DE BONO, E. **O pensamento lateral**. Rio de Janeiro: Nova Era, 2002.

DEFOURNY, J.; NYSSSENS, M. Conceptions of social enterprise and social entrepreneurship in Europe and The United States: **Converges and divergences**. **Journal of Social Entrepreneurship**, v. 1, n. 1, p. 32-53. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19420670903442053>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DE WAAL, G. A. An Extended Conceptual Framework for Product-Market Innovation. **International Journal of Innovation Management**, v. 20, n. 7, p. 1-26, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1142/S1363919616400089>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DE WALL, G. A., MARITZ, A. A disruptive model for delivering higher education programs within the context of entrepreneurship education. **Education + Training**, v. 64, n. 1, p. 126-140, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ET-03-2021-0102>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DE YOUNG, R. Encouraging Environmentally Appropriate Behavior: The Role of Intrinsic Motivation. **Journal of Environmental Systems**, v. 15, n. 4, p. 281-291, 1986. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2027.42/83711>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DESA, G.; BASU, S. Optimization or Bricolage? Overcoming Resource Constraints in Global Social Entrepreneurship. **Strategic Entrepreneurship Journal**, v. 7, n. 1, p. 1-53, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sej.1150>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DI DOMENICO, M.; HAUGH, H.; TRACEY, P. Social bricolage: Theorizing social value creation in social enterprises. **Entrepreneurship: Theory and Practice**, v. 34, n. 4, p. 681-703, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2010.00370.x>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DICIONÁRIO ONLINE PORTUGUÊS. **Gambiarra**. 2025. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/gambiarra/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DORAN, D.; HILL, A.; HWANG, K. S.; JACOB, G. Supply chain modularization: Cases from the French automobile industry. **International Journal of Production Economics**, v. 106, n. 1, p. 2-11, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.04.006>. Acesso em: 07 fev. 2025.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia (recurso eletrônico)**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DRESSLER, A.; BUCHER, J. Introducing a Sustainability Evaluation Framework based on the Sustainable Development Goals applied to Four Cases of South African Frugal Innovation. **Bus Strat Dev.**, v. 1, n. 4, p. 276-285, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bsd2.37>. Acesso em: 07 fev. 2025.

EDWARDS-SCHACHTER, M.; WALLACE, M. Shaken, but not stirred: sixty years of defining social innovation. **Technology Forecasting Social Change**, v. 119, n. 1, p. 64-79, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.012>. Acesso em: 07 fev. 2025.

EL-KASSAR, A. N.; SINGH, S. K. Green innovation and organizational performance: the influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices. **Technol. Forecast. Soc. Change**, v. 144, n. 1, p. 483-498, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.016>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ERNST, H.; KAHLE, H. N.; DUBIEL, A.; PRABHU, J.; SUBRAMANIAM, M. The antecedents and consequences of affordable value innovations for emerging markets. **Journal of Product Innovation Management**, v. 32, n. 1, p. 65-79, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12171>. Acesso em: 07 fev. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Study on frugal innovation and reengineering of traditional techniques**, 2017a. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/20d6095a-2a44-11e7-ab65-01aa75ed71a1>. Acesso em: 07 fev. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Study on frugal innovation and reengineering of traditional techniques: Key Findings from the Final Report**, 2017b. Disponível em: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccp/2017/Frugal_key_findings.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Social innovation research in the European Union: approaches, findings and future directions - Policy review**. Luxembourg: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2013. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/86b50f05-2b71-47d3-8db3-4110002b0ccb>. Acesso em: 07 fev. 2025.

EZEUDU, O. B.; AGUNWAMBA, J. C.; UGOCHUKWU, U. C.; ORAELOSI, T. C. Circular economy and frugal innovation: a conceptual nexus. **Environmental Science and Pollution**

Research, v. 29, n. 1, p. 29719-29734, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18522-6>. Acesso em: 07 fev. 2025.

FALS-BORDA, O. Aspectos teóricos da pesquisa participante: considerações sobre o significado e o papel da ciência na participação popular. In: BRANDÃO, C. R. (Org.), **Pesquisa participante**, p. 42-62. São Paulo: Brasiliense, 1981.

FALS-BORDA, O. Participatory (action) research in social theory: origins and challenges. In: REASON, P.; BRADBURY, H. (Eds.), **Handbook of action research: participative inquiry and practice**, p. 27-37. London: Sage Publications, 2001.

FAROOQ, R. A conceptual model of frugal innovation: is environmental munificence a missing link? **International Journal of Innovation Science**, v. 9, n. 4, p. 320-334, 2017. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijis-08-2017-0076/full/html>. Acesso em: 05 fev. 2025.

FEENBERG, A. **Critical theory of technology**. New York: Oxford University Press, 2009.

FEENBERG, A. O que é a filosofia da tecnologia? In: NEDER, R. T. (Org.). **A Teoria Crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia**, p. 49-66. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/CDS/UnB/Capes, 2010.

FEENBERG, A. **Transforming technology**. New York: Oxford University Press, 2002.

FERNANDO, Y.; JABBOUR, C. J. C.; WAH, W. Pursuing green growth in technology firms through the connections between environmental innovation and sustainable business performance: does service capability matter? **Resour. Conserv. Recycl.**, v. 141, n. 2-3, p. 8-20, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.031>. Acesso em: 07 fev. 2025.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação S.A., 2018.

FINANCIAL EXPRESS. **How the Indian affordable car innovation Tata Nano could've had happier times: Why it flopped**, 2018. Disponível em: <https://www.financialexpress.com/auto/car-news/how-the-indian-affordable-car-innovation-tata-nano-couldve-had-happier-times-why-it-flopped/1232418/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

FISCHER, B.; GUERRERO, M.; GUIMÓN, J.; SCHAEFFER, P. R. Knowledge transfer for frugal innovation: where do entrepreneurial universities stand? **Journal of Knowledge Management**, v. 25, n. 2, p. 360-379, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2020-0040>. Acesso em: 07 fev. 2025.

FLATTERS, P.; WILLMOTT, M. Understanding the post-recession consumer. **Harvard Business Review**, v. 87, n. 7-8, p. 106-112, 2009. Disponível em: <https://www.trajjectorypartnership.com/wp-content/uploads/2013/09/HBR-article.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

FLEISCH, B. **The Global Search For Education: Impact of Globalization on the North and South Divide**, 2018. Disponível em: https://medium.com/@edmodo_staff/the-global-search-for-education-impact-of-globalization-on-the-north-and-south-divide-c18321ac719a. Acesso em: 07 fev. 2025.

FOLDSCOPE INSTRUMENTS. **User guide**, 2024. Disponível em: https://foldscope.com/pages/user-guide?srsId=AfmBOooiPtKdtHHT4zhRpslCkuncifNeYOjJ_V6AXjvubOTBZDDr7ThM. Acesso em: 07 fev. 2025.

FRANSEN, J.; BEATRICE, H. B.; ROSEBELLA, N. B.; ERWIN, V. T. Community vitality and frugal practices in informal settlements in Nairobi: Towards a typology. **Cities**, v. 134, n. 1, p. 1-9, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104179>. Acesso em: 07 fev. 2025.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, K. M; OLIVEIRA, C. M. M; Soluções habilitantes para formação de comunidades criativas: um caminho possível do design para inovação social. **Design e Inovação Social**, v. 2, n. 1, p. 109-132, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/9788580392647-06>. Acesso em: 07 fev. 2025.

FRESSOLI, M.; AROND, E.; ABROL, D.; SMITH, A.; ELY, A. Y.; DIAS, R. When grassroots innovation movements encounter mainstream institutions: implications for models of inclusive innovation. **Innovation and Development**, v. 4, n. 2, p. 277-292, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/2157930X.2014.921354>. Acesso em: 07 fev. 2025.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF). **What are frugal innovations?: Turning constraints into advantages: Frugal innovations essential in environments of necessity**, 2020. Disponível em: <https://www.unicef.org/innovation/stories/what-are-frugal-innovations>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GANDENBERGER, C.; KROLL, H.; WALZ, R. The role of frugal innovation in the global diffusion of green technologies. **International Journal of Technology Management**, v. 83, n. 1, p. 97-113, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2020.109218>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GASPARIN, J. L. Avaliação na Perspectiva Histórico-Crítica. In: Congresso Nacional de Educação (EDUCERE), 10. Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação (SIRSSE), 1, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2011. (Congresso). Disponível em: <https://es.scribd.com/document/403480383/AVALIACAO-NA-PERSPECTIVA-HISTORICO-CRITICA-pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5 ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

GENERAL ELECTRIC HEALTHCARE. **Vscan Extend Handheld Ultrasound**. 2022. Disponível em: https://www.gehealthcare.com/products/ultrasound/vscan-family/vscan-extend?srsId=AfmBOopwzBrzuMX-H5MOckGcrSldnT7bERR4z2HULVykgpV_HYFMw7Lv. Acesso em: 07 fev. 2025.

GEORGE, G.; MCGAHAN, A. M.; PRABHU, J. Innovation for Inclusive Growth: Towards a Theoretical Framework and a Research Agenda. **Journal of Management Studies**, v. 49, n. 4, p. 661-683, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2012.01048.x>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GERYBADZE, A.; KLEIN, M. Frugal innovation strategies and global competition in wind power. **International Journal of Technology Management**, v. 83, n. 1-3, p. 114-133, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2020.109241>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2010.

GILL, A. Q.; CHEW, E. Configuration information system architecture: Insights from applied action design research. **Information & Management**, v. 56, n. 4, p. 507-525, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.im.2018.09.011>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GIRARD, U.; LOPEZ SANTIAGO, L. M.; PINTO, S.; REYES, T. Appropriation des solutions Low-Tech en France: Inspirations et perspectives d'approches analogues en contexte contraint. In: TANGUY, A.; VAUTIER, M.; LE POCHAT, S. (Eds.), **Quelle place pour la low-tech dans un monde en transition? Retours d'acteurs de la recherche et du monde socio-économique**, p. 17-38. Paris: Presses des Mines, 2023. Disponível em: <https://www.pressesdesmines.com/produit/quelle-place-pour-la-low-tech-dans-un-monde-en-transition/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GIRÓN, J. D. L. P.; DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ, M. L.; JIMÉNEZ CASTAÑEDA, J. C. Participatory methodologies and the product development process: the experience of Mixtec craftswomen in Mexico. **Development in Practice**, v. 14, n. 3, p. 396-406, 2004. Disponível em: <http://doi.org/10.1080/0961452042000191213a>. Acesso em: 07 set. 2025.

GODIN, B. **Innovation Contested: The idea of innovation over the centuries**. London: Routledge, 2015.

GRAMIGNA, M. R. M. **Jogos de Empresa**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2005.

GRAMSCI, A. **Cadernos do Cárcere, vol 2: Os intelectuais. O princípio educativo**. Jornalismo. Trad. Carlos Nelson Coutinho. 2 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.

GRANADOS, C.; PRABHU, J. Making the Affordable Aspirational: Increasing the Adoption of Frugal Innovations at the Base of the Pyramid. **Stanford Social Innovation Review**, 2022. Disponível em: https://ssir.org/articles/entry/making_the_affordable_aspirational_increasing_the_adoption_of_frugal_innovations_at_the_base_of_the_pyramid. Acesso em: 07 fev. 2025.

GREGORY, J. Scandinavian Approaches to Participatory Design. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, n. 1, p. 62-74, 2003. Disponível em: <https://www.ijee.ie/articles/Vol19-1/IJEE1353.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GU, P.; SOSALE, S. Product modularization for life cycle engineering. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 15, n. 5, p. 387-401, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(99\)00049-6](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(99)00049-6). Acesso em: 07 fev. 2025.

GUPTA, A. K. **Grassroots Innovation: Minds On The Margin Are Not Marginal Minds**. New Delhi: Penguin Random House India, 2016.

GUPTA, A. K.; SINHA, R.; KORADIA, D.; PATEL, R.; PARMAR, M.; ROHIT, P.; PATEL, H.; PATEL, K.; CHAND, V. S.; JAMES, T. J.; CHANDAN, A.; PATEL, M. PRAKASH, T. N.; VIVEKANANDAN, P. Mobilizing grassroots' technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: Articulating social and ethical capital. **Futur. Indig. Cult.**, v. 35, n. 9, p. 975-987, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(03\)00053-3](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(03)00053-3). Acesso em: 07 fev. 2025.

GUPTA, V. P. **Frugal innovation: The new master of management**, 2011. Disponível em: http://www.indianmba.com/Faculty_Column/FCI283/fc1283.html. Acesso em: 07 fev. 2025.

HAI-BOLOURI, A.; BERNHARDSSON, L.; ROSSI, M. PADRE: a method for participatory action design research. In: PARSSON, J.; TUUNANEN, T.; VENABLE, J.; DONELLAN, B.; HELFERT, M.; KENNEALLY, J. (Eds), International Conference on Design Science Research in Information Technology and Systems, 11, p. 19-36, 2016, St. John's. **Anais... St. John's: DESRIST2016**, 2016. (Congresso). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-39294-3_2. Acesso em: 07 fev. 2025.

HALL, J. Innovation and entrepreneurial dynamics in the base of the pyramid. **Technovation**, v. 34, n. 5-6, p. 265-269, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.04.001>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HENDERSON, C. The Frugality Phenomenon. **Bulletin of the Atomic Scientists**, v. 34, n. 1, p. 24-27, 1979. Disponível em: <https://dl.nsf.gov.lk/bitstreams/35799c72-a14d-4a88-9ac5-d889ed10cae1/download>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HERSTATT, C.; TIWARI, D. E. R.; ERNST, D.; BUSE, S. **India's National Innovation System: Key Elements and Corporate Perspective**. East-West Center (Working Paper), n. 96, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1583699>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HEVNER, A. A Three Cycle View of Design Science Research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, p. 4, 2007. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/sjis/vol19/iss2/4>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J. Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004. Disponível em: https://wise.vub.ac.be/sites/default/files/thesis_info/design_science.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

HINDOCHA, C. N.; ANTONACCI, G.; BARLOW, J.; HARRIS, M. Defining frugal innovation: a critical review. **BMJ Innovation**, v. 7, n. 4, p. 647-656, 2021. Disponível em: <https://innovations.bmj.com/content/7/4/647>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOLDERFIELD, G. **Generating How Might We (HMW) Questions from Insights** - Using Design Principles to Innovate and Find Opportunities. 2017. Disponível em: <https://www.coursera.org/learn/leadership-design-innovation/lecture/JMRYd/generating-how-might-we-hmw-questions-from-insights>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HORN, C.; BREN, A. Strategic directions on innovation management – a conceptual framework. **Management Research Review**, v. 36, n. 10, p. 939-954, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MRR-06-2012-0142>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M. Frugal entrepreneurship: Resource mobilization in resource-constrained environments. **Creativity and Innovation Management**, v. 31, n. 1, p. 509-520, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/caim.12502>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M. Frugal innovation: a review and research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, n. 14, p. 926-936, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.091>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M. **Frugal innovation: a systematic literature review**. Department of Industrial Engineering Management / Aalto University (Working Paper), p. 1-35, 2016. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2768254>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M. Frugal innovation: conception, development, diffusion, and outcome. **Journal of Cleaner Production**, v. 262, n. 1, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121456>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M. Frugal innovation: Unveiling the uncomfortable reality. **Technology in Society**, v. 67, p. 1-5, 2021a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101759>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M. Frugal innovation and sustainable business models. **Technology in Society**, v. 64, n. 1, p. 1-7. 2021b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101508>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M. Mapping the frugal innovation phenomenon. **Technology in Society**, v. 51, n. 1, p. 199-208, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.09.006>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M.; AHMED, M.; OJEA, E.; FERNANDES, J. A. Impacts and responses to environmental change in coastal livelihoods of south-west Bangladesh. **Science of the Total Environment**, v. 637-639, n. 1, p. 954-970, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.328>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M.; LEVÄNEN, J.; WIERENGA, M. Pursuing frugal innovation for sustainability at the grassroots level. **Management and Organization Review**, v. 17, n. 2, p. 374-381, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/mor.2020.53>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M.; SIMULA, H.; HALME, M. Can frugal go global? Diffusion patterns of frugal innovations. **Technology in Society**, v. 46, n. 1, p. 132-139, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2687859>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HOSSAIN, M.; SARKAR, S. Frugal Entrepreneurship: Profiting With Inclusive Growth. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 70, n. 11, p. 1-14, 2023. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9468326>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HUFF, A.; TRANFIELD, D.; VAN AKEN, J. E. Management as a Design Science Mindful of Art and Surprise – A conversation between Anne Huff, David Tranfield, and Joan Ernest van Aken. **Journal of Management Inquiry**, v. 15, n. 4, p. 413-424, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1056492606295900>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HUNT, E. K. **História do pensamento econômico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

HYVÄRINEN, A.; KESKINEN, M.; VARIS, O. Potential and pitfalls of frugal innovation in the water sector: insights from Tanzania to global value chains. **Sustainability**, v. 8, n. 9, p. 1-16, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su8090888>. Acesso em: 07 fev. 2025.

IBARRA-BAIDÓN, C. Emprendimiento sostenible: aproximaciones desde los enfoques de innovación frugal y economía circular. In: Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, 24, 2019, Cidade do México. **Anais...** Cidade do México: ANFECA/ALAFEC, 2019. (Congresso). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11117/6095>. Acesso em: 07 fev. 2025.

IMMELT, J. R.; GOVINDARAJAN, V.; TRIMBLE, C. How GE is disrupting itself. **Harvard Business Review**, v. 87, n. 10, p. 56-65, 2009. Disponível em: <https://hbr.org/2009/10/how-ge-is-disrupting-itself>. Acesso em: 07 fev. 2025.

INDIANAUTOS BLOG. **Report – 1,200 units of Asnok Leyland Dost exported to SAARC nations; 3 new export markets planned**, 2013. Disponível em: <https://indianautosblog.com/ashok-leyland-dost-exported-to-saarc-p87838>. Acesso em: 07 fev. 2025.

IQBAL, Q.; AHMAD, N. H.; LI, Z.; LI, Y. To walk in beauty: sustainable leadership, frugal innovation and environmental performance. **Manager. Decis. Econ.**, v. 43, n. 1, p. 738-750, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/mde.3415>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JACKSON, C.; DE BEER, J.; WHITE, L. The affective affordances of frugal science using foldscopes during a life sciences water quality practical. **Perspectives in Education**, v. 38, n. 1, p. 224-241, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18820/2519593X/PIE.V38I1.16>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JACOBS, M.; DROGE, C.; VICKERY, S. K.; CALANTONE, R. Product and process modularity's effects on manufacturing agility and firm growth performance. **Journal of Product Innovation Management**, v. 28, n. 1, p. 123-137, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00785.x>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JAGTAP, S. Frugal-IDeM: an integrated methodology for designing frugal innovations in low-resource settings. **Smart Innovat. Syst. Technol.**, v. 222, n. 1, p. 41-51, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-16-0119-4_4. Acesso em: 07 fev. 2025.

JAGTAP, S. Co-design with marginalised people: designers' perceptions of barriers and enablers. **CoDesign**, v. 18, n. 3, p. 279-302, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15710882.2021.1883065>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JAGTAP, S. Key guidelines for designing integrated solutions to support development of marginalised societies. **J. Clean. Prod.**, v. 219, p. 148-165, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.340>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JAGTAP, S.; LARSSON, A. Design and frugal innovations: three roles of resource-poor people. In: International Design Conference, 15, 2018, p. 2657-2668, Dubrovnik. **Anais... Dubrovnik: The Design Society**, 2018. (Congresso). Disponível em: <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0152>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JAGTAP, S.; LARSSON, A.; KANDACHAR, P. Design and development of products and services at the Base of the Pyramid: a review of issues and solutions. **Int. J. Sus. Soc.**, v. 5, n. 3, p. 207-231, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJSSOC.2013.054712>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JANSSEN, F.; FAYOLLE, A.; WUILAUME, A. Research bricolage in social entrepreneurship. **Entrepreneurship and Regional Development**, v. 30, n. 3-4, p. 450-470, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08985626.2017.1413769>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JÄRVINEN, P. Action research is similar to design science. **Quality & Quantity**, v. 41, n. 1, p. 37-54, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11135-005-5427-1>. Acesso em: 07 fev. 2025.

JULIER, G. **The Culture of Design**. 3 ed. London: Sage, 2014.

JUMA, C.; YEE-CHEONG, L. Reinventing global health: the role of science, technology, and innovation. **Lancet**, v. 365, n. 9464, p. 1105-1107, 2005. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)71147-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71147-8). Acesso em: 07 fev. 2025.

KANG, L. Social design as a creative device in developing Countries: The case of a handcraft pottery community in Cambodia. **International Journal of Design**, v. 10, n. 3, p. 65-74, 2016. Disponível em: <https://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/2444/755>. Acesso em: 07 fev. 2025.

KARNANI, A. **The Bottom of the Pyramid Strategy for Reducing Poverty: A Failed Promise**. Economics and Social Affairs. Ross School of Business / University of Michigan (Working Paper) n. 80, p. 1-11, 2009. Disponível em: <https://desapublications.un.org/file/200/download>. Acesso em: 07 fev. 2025.

KHAN, R. How Frugal Innovation Promotes Social Sustainability. **Sustainability**, v. 8, n. 10, p. 1-29, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su8101034>. Acesso em: 7 fev. 2025.

KIMBELL, L. The Turn to Service Design, 2009. In: JULIER, G; MOOR, L. (Eds.), **Design and Creativity: Policy, Management and Practice**, p. 157-7. Oxford: Berg Publishers, 2009. Disponível em: http://www.lucykimbell.com/stuff/ServiceDesignKimbell_final.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

KIMBELL L.; JULIER J. **The Social Design Methods Menu**: in perpetual beta. London: Fieldstudio Ltd., 2012. Disponível em: <https://youngfoundation.b-cdn.net/wp-content/uploads/2013/02/Social-Design-Methods-Menu.pdf?x83233>. Acesso em: 07 fev. 2025.

KINDON, S.; PAIN, R.; KESBY, M. **Participatory Action Research Approaches and Methods Connecting People, Participation and Place**. London: Routledge, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780203933671>. Acesso em: 07 fev. 2025.

KOERICH, G. V.; CANCELLIER, É. L. P. D. L. Frugal Innovation: Origins, evolution and future perspectives. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 17, n. 4, p. 1079-1093, 2019. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/cadernosebape/article/view/74424>. Acesso em: 07 fev. 2025.

KNIZKOV, S.; ARLINGHAUS, J. Frugal innovation and sustainability: Bringing together polarized views from the state of the art. In: LELIVELD, A.; BHADURI, S.; KNORRIGA, P.; BEERS, C. A. (Eds.), **Handbook on Frugal Innovation**, p. 84-101. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4337/9781788118873.00014>. Acesso em: 07 fev. 2025.

KNORRINGA, P.; PEŠA, I.; LELIVELD, A.; VAN BEERS, C. Frugal innovation and development: Aides or adversaries? **European Journal of Development Research**, v. 28, n. 2, p. 143-153, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/ejdr.2016.3>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LA FABRIQUE ECOLOGIQUE. **Vers des technologies sobres et résilientes : Pourquoi et comment développer l'innovation «low-tech» ?**, 2019. Disponível em: <https://www.lafabriqueecologique.fr/app/uploads/2019/04/Note-31-Low-Tech-VF-1.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LANDIM, P. C. **Design, empresa, sociedade**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/vtxgm/pdf/landim-9788579830938.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LASTOVICKA, J. L.; BETTENCOURT, L. A.; HUGHNER, R. S.; KUNTZE, R. J. Lifestyle of the tight and frugal: Theory and measurement. **Journal of Consumer Research**, v. 26, n. 1, p. 85-98, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/209552>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LECOMTE, C.; BLANCO, E.; TROMPETTE, P.; CHOLEZ, C. Towards a better frugal design using Persona: issues and insights from an ethnography on prosthetics in Vietnam, 2013. In: Interdisciplinary Innovation Conference Cooperating for Innovation: Devices for Collective Exploration, 1, 2013, Paris. **Anais...** Paris: AL OPEN SCIENCE, 2013. (Congresso). Disponível em: <https://hal.science/hal-00904185/document>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LEVÄNEN, J.; HOSSAIN, M.; LYYTINEN, T.; HYVÄRINEN, A.; NUMMINEN, S.; HALME, M. Implications of frugal innovations on sustainable development: Evaluating water and energy innovations. **Sustainability**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su8010004>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LEVI-STRAUSS, C. **The savage mind**. Chicago: University of Chicago Press, 1966.

LEWIN, K. Action-research and minority problems. **Journal of Social Issues**, v. 1, n. 2, p. 34-36, 1946. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LIEFNER, I.; WORBS, L.; BARNIKOL, J.; HEIDEN, S.; LUCAS, H.; RAO, B. C. Applying biotechnology for advanced frugal innovation for prosperity in the 21st century. **Technovation**, v. 146, n. 1, p. 1-8, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103275>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública** - a pedagogia crítico social dos conteúdos. 19 ed. São Paulo: Loyola, 2001.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2006.

LIDWELL, M.; HOLDEN, K.; BUTLER, J. **Universal principles of design: 125 ways to enhance usability, influence perception, increase appeal, make better design decisions, and teach through design**. Beverly: Rockport publishers, 2010.

LIU, X.; XIE, Y.; WU, M. How latecomers innovate through technology modularization: Evidence from China's Shanzhai industry. **Innovation**, v. 17, n. 2, p. 266-280, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14479338.2015.1039636>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LOCKRIDGE, R. **Using A Fun And Frugal Approach for Teaching 21st Century Digital Literacy Skills to Teachers**. 2019. 104f. Dissertação (Mestrado em Artes da Educação) – Universidade de Hamline, Saint Paul, 2019.

LÓPEZ SANTIAGO, L. M. Bottom-up approaches for sustainability: an empirical comparison of Frugal Innovation and Low-Tech. In: Technological Systems, Sustainability and Safety – TS3, 2024, Troyes. **Anais...** Troyes: Groupe UT, p. 1-8, 2024. (Simpósio). Disponível em: <https://hal.science/hal-04538253>. Acesso em: 07 fev. 2025.

LOZANO, R. Envisioning sustainability three-dimensionally. **J. Clean. Prod.**, v. 16, n. 1, p. 1838-1846, 2008. Disponível em: <https://ise.unige.ch/isdd/IMG/pdf/SchemasDDtexte8-1.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MA, R.; CHAI, K. H.; HANG, C. C. Disruptive innovation and late-comers catching-up dilemma: Toward a demand-side perspective of frugal entrepreneurship, 2015. In: Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, 2015, Portland. **Anais...** Portland: PICMET, 2015. (Congresso). Disponível em: <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273202>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MAGIS, K.; SHINN, C. Emergent themes of social sustainability. In: DILLARD, J.; DUJON, V.; KING, M. C. (Eds.), **Understanding the Social Aspect of Sustainability**, p. 1-16. Routledge: New York, 2009.

MAIR, J.; MARTI, I.; VENTRESCA, M. Building inclusive markets in rural Bangladesh: How intermediaries work institutional voids. **Academy of Management Journal**, v. 55, n. 4, p. 819-850, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5465/amj.2010.0627>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MANACORDA, M. A. **O princípio educativo em Gramsci**. Porto Alegre: Artmed, 1990.

MANISHIMWE, T.; FRAZIER, D. P.; YUSUF, H. Frugal innovation and entrepreneurial university: a case study of African first development university in Africa. **Discover Education**, v. 3, n. 190, p. 1-17, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00299-0>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MANN, Prem. **Introdução à Estatística**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

MANSON, N. J. Is Operations Research Really Research? **Operations Research Society of South Africa**, v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.5784/22-2-40>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MANZATO, A. J.; SANTOS, A. B. A. **Elaboração de questionários na pesquisa quantitativa**. Florianópolis: Departamento de Ciência de Computação e Estatística – Universidade de Santa Catarina, 2012. Disponível em: https://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

MANZINI, E. **Design – quando todos fazem design**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2017.

MANZINI, E. **Design para a Inovação Social e Sustentabilidade: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Trad. Carla Cipolla, Elisa Spampinato, Aline Lys Silva. Rio de Janeiro: E-papers, 2008. Disponível em: https://instrumentosprojetuais.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/02/design-para-inovacca7acc83o-e-sustentabilidade_manzini.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

MANZINI, E. J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. In: MARQUEZINE, M. C.; ALMEIDA, M. A.; OMOTE, S. (Org.), **Colóquios sobre pesquisa em educação especial**, p. 11-25. Londrina: Eduel, 2003. Disponível em: https://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/EduardoManzini/Consideracoes_sobre_a_elaboracao_do_roteiro.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2). Acesso em: 07 fev. 2025.

MARÔCO, J. **Análise estatística:** com utilização do SPSS. 3. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2010.

MARQUES, M. N.; KRUG, H. N. As contribuições do Programa Segundo Tempo para os discentes de uma escola estadual de Santa Maria (RS): um estudo de caso fenomenológico. **Revista Digital Ef Deportes**, v. 13, n. 124, p. 1, 2008. Disponível em: <https://efdeportes.com/efd124/as-contribuicoes-do-programa-segundo-tempo.htm>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MARTIN, C. J.; UPHAM, P.; BUDD, L. Commercial orientation in grassroots social innovation: Insights from the sharing economy. **Ecological Economics**, v. 118, n. 1, p. 240-251, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.08.001>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MARTINEZ-BRAWLEY, E. E. Knowledge Diffusion in the Context of Development in Rural Areas. In: International Conference Held, 1994, Townsville. **Anais...Townsville: The Rural Education Research and Development Centre, 1994. (Congresso)**. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED390619.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MARTINS, L. M. A. Da formação humana em Marx à crítica da pedagogia das competências. In: DUARTE, N. (Org.) **Crítica ao fetichismo da individualidade**. São Paulo: Autores Associados, 2004.

MARX, K. **O Capital**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1968.

MASLOW, A. **La Pirámide de Maslow: Conozca las Necesidades Humanas Para Triunfar**. Madrid: 50minutos, 2016.

MASTERS, A. **Frugal Education Actions Cards: A practical tool for creating frugal education designs**. Frugal Education, 2020. Disponível em: <https://frugal.education/principles/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MASTERS, A. **Frugal Education: what, why, and how?** Future in Education Research, v. 2, n. 1, p. 109-130, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/fer3.32>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MATILA, M.; VILKKI, M. OWAS methods. In: MARRAS, W. S.; KARWOWSKI, W. (Eds.), **The Occupational Ergonomics Handbook**, p. 447-459. Boca Raton: CRC Press LLC, 1999.

MATTSON, C. A.; WOOD, A. E. Nine principles for design for the developing world as derived from the engineering literature. **J. Mech. Des.**, v. 136, n. 12, p. 1-15, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1115/1.4027984>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MCTAGGART, R. **Participatory action-research**. Albany: Suny Press, 1997.

MERGALIYEVA, L. The Nature of Innovation Eco-System of the Western Kazakh State University. **International Journal of Higher Education**, v. 9, n. 4, p. 254-260, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n4p254>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MERONI, A.; SANGIORGI, D. **Design for Services**. Farnham: Gower, 2011.

MICHAELIS, T. L.; CARR, J. C.; SCHEAF, D. J.; POLLACK, J. M. The frugal entrepreneur: A self-regulatory perspective of resourceful entrepreneurial behavior. **Journal of Business Venturing**, v. 35, n. 1, p. 1-19, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2019.105969>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MINER, A. S.; BASSOFF, P.; MOORMAN, C. Organizational improvisation and learning: A field study. **Administrative Science Quarterly**, v. 46, n. 2, p. 304-337, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2667089>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF JAPAN. **Affordable Refrigerators for the People at the Base of the Pyramid Made in India “ChotuKool”**– Developing Manufacturing Industry Leaders, 2012. Disponível em: <https://www.mofa.go.jp/policy/oda/white/2012/html/column/column16.html>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MISHRA, O. Design Thinking and Bricolage for Frugal Innovations during Crisis. **Journal of Innovation Management**, v. 9, n. 3, p. 1-26, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.24840/2183-0606_009.003_0002. Acesso em: 07 fev. 2025.

MOLDAN, B.; JANOUSKOVA, S.; HAK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecol. Indic.**, v. 17, n. 1, p. 4-13, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.033>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MOLINA, M. G. L.; CUEVAS, R. B. La vinculación con el sector social como estrategia en la formación de ingenieros en Puebla. **Revista Electrónica ANFEI Digital**, v. 5, n. 9, p. 1-11, 2018. Disponível em: <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/viewFile/473/1122>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MOLINA-MATURANO, J.; BUCHER, J.; SPEELMAN, S. Understanding and evaluating the sustainability of frugal water innovations in México: An exploratory case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 274, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122692>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MOULAERT, F.; MARTINELLI, F.; GONZÁLEZ, S.; SWYNGEDOUW, E. Towards alternative model(s) of local innovation. **Urban Studies**, v. 42, n. 11, p. 1969-1990, 2005. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43197218>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MUNSHI, P. **Making breakthrough innovation happen**. Gurugram: Harper Collis India, 2009.

NAKATA, C.; WEIDNER, K. Enhancing new product adoption at the base of the pyramid: a contextualized model. **J. Prod. Innov. Manag.**, v. 29, n. 1, p. 21-32, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00876.x>. Acesso em: 07 fev. 2025.

NETA CERO. **Início**. 2022. Disponível em: <https://netacero.com/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

NIROUMAND, M.; SHAHIN, A.; NAGHSH, A.; PEIKARI, H. R. Frugal innovation enablers: a comprehensive framework. **International Journal of Innovation Science**, v. 12,

n. 1, p. 1-20, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJIS-10-2019-0099>. Acesso em: 07 fev. 2025.

NISSAN MOTOR. **Ashok Leyland and Nissan Unveil Their First LCV for India**. 2011. Disponível em: <https://usa.nissannews.com/en-US/releases/ashok-leyland-and-nissan-unveil-their-first-lcv-for-india#>. Acesso em: 07 fev. 2025.

NOVAES, M. B. C.; GIL, A. C. Pesquisa-ação Participante como estratégia metodológica para o estudo do empreendedorismo social em administração de empresas. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 10, n. 1, p. 134-160, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-69712009000100007>. Acesso em: 07 fev. 2025.

OBUNGOLOCH, J.; MUHUMUZA, I.; TEEUWISSE, W.; HARPER, J.; ETOKU, I.; ASIIMWE, R.; TUSIIME, P.; GOMBYA, G.; MUGUME, C.; NAMUTEBI, M. H.; NASSEJE, M. A.; NAYEBARE, M.; KAVUMA, J. M.; BUKYANA, B.; NATUKUNDA, F.; NINSIIMA, P.; MUWANGUZ, A.; OMADI, P.; GIJZEN, M. V.; SCHIFF, S. J.; WEBB, A.; O'REILLY, T. On-site construction of a point-of-care low-field MRI system in Africa. **NMR in Biomedicine**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/nbm.4917>. Acesso em: 07 fev. 2025.

O'NEILL, D.; TAKAMURA, J.; CHHETRI, N.; HERDERSON, M.; ROGERS, B. Frugal Innovation. In: THOMAS, H. C. (Ed.), **Convergence: Philosophies and Pedagogies for Developing the Next Generation of Humanitarian Engineers and Social Entrepreneurs**. International Journal for Service Learning in Engineering: Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship (IJSLE), p. 96-115, 2012. Disponível em: https://www.academia.edu/103012349/Convergence_Philosophies_and_Pedagogies_for_Developing_the_Next_Generation_of_Humanitarian_Engineers_and_Social_Entrepreneurs_more. Acesso em: 07 fev. 2025.

OJHA, K. A. MNCs in India: focus on frugal innovation. **J. Indian Bus. Res.**, v. 6, n. 1, p. 4-28, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JIBR-12-2012-0123>. Acesso em: 07 fev. 2025.

OJO, O. T.; DORASAMY, M.; MIGUIN, M., W.; JAYABALAN, J.; R. R.; TUNG, S. S. Academic entrepreneurial engagement for frugal innovation in higher education institutions: a systematic literature review. **F1000Research**, v. 10, n. 1078, p. 1-13, 2023. Disponível em: <https://f1000research.com/articles/10-1078/v3>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ONSONGO, E.; KNORRINGA, P. Comparing frugality and inclusion in innovation for development: Logic, process and outcome. **Innovation and Development**, p. 1-21, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/2157930X.2020.1811931>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta, relato e uso de dados sobre inovação: a mensuração de atividades científicas, tecnológicas e de inovação. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agu/pt-br/composicao/cgu/cgu/modelos/cti/consulta/manual-de-oslo-ocde-4a-edicao-2018.pdf/view>. Acesso em: 05 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Innovation and inclusive development**. Paris: OECD, 2013. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/innovation-and-inclusive-development_5k4dd1rvsnjj-en.html. Acesso em: 07 fev. 2025.

ORTÍZ, M.; BORJAS, B. La Investigación Acción Participativa: Aporte de Fals Borda a la Educación Popular. **Espacio Abierto: Cuaderno Venezolano de Sociología**, v. 17, n. 4, p. 615-627, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/122/12217404.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation: A Handbook for visionaries, game changers and challengers**. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2011.

OXFORD ENGLISH DICTIONARY. **Frugal, adj.** 12 ed. Oxford: Oxford University Press, 2025. Disponível em: https://www.oed.com/dictionary/frugal_adj?tl=true. Acesso em: 07 fev. 2025.

PANSERA, M.; MARTINEZ, F. Innovation for development and poverty reduction: an integrative literature review. **Journal of Management Development**, v. 36, n. 1, p. 2-13, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.1108/JMD-02-2015-0013>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PANSERA, M.; OWEN, R. Framing resource-constrained innovation at the ‘bottom of the pyramid’: insights from an ethnographic case study in rural Bangladesh. **Technol. Forecast. Soc. Change**, v. 92, n. 1, p. 300-311, 2015. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.10.004>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PANSERA, M.; RIVAS, R. H.; NARVAEZ-MENA, H. Frugalidad e innovación popular: nuevos caminos para la sustentabilidad y la inclusión social en Ecuador. **Revista CTS**, v. 12, n. 35, p. 131-152, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/924/92452928006/html/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PAPANEK, V. **Design for the Real World**. London: BANTAM BOOK, 1972.

PASTOR PÉREZ, M. P.; BALBINOT, Z. Innovación social y frugal: ¿de qué estamos hablando? **Innovar**, v. 31, n. 81, p. 101-114, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/innovar.v31n81.95576>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PAZMINO, A. V. **Como se Cria - 40 Métodos para Design de Produto**. São Paulo: Edgard Blucher Publisher, 2015.

PEDROSO, I. D.; DUTRA, A. R.; FETTERMANN, D. C. Proposta de protocolo para avaliação de inovação frugal. In: Simpósio Mundial de Sustentabilidade, Conferência Internacional Bridge, 2019, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2019. (Simpósio).

PEDROSO, I. D.; SOARES, M. A. F.; DUTRA, A. R.; CUBAS, A. L. V.; GUERRA, J. B. S. O.; BREM, A. Frugal innovation development for sustainability: The case of extractivism of the “Butia catarinensis” in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 412, n. 1, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137318>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PERZ, S. G.; ARTEAGA, M.; FARAH, A. B.; BROWN, F. I.; MENDOZA, E. R. H.; PAULA, Y. A. P.; YABAR, L. M. P.; PIMENTEL, A. S.; RIBEIRO, S. C.; RIOJA-BALLIVIÁN, G.; PEÑA, M. C. R.; SANJINEZ, L. C. L.; SELAYA, N. G. G. Participatory Action Research for Conservation and Development: Experiences from the Amazon. **Sustainability**, v. 14, n. 1, p. 1-29, 2022, Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14010233>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PETENUCCI, M. C. **Desvelando a pedagogia histórico-crítica**. Caderno Pedagógico. Pérola, Paraná: Secretaria De Estado da Educação do Paraná, 2008.

PIMENTEL, M.; FILIPPO, D.; SANTORO, F. M. Design Science Research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefato computacionais projetados para a educação. In: JAQUES P. A.; PIMENTEL, M.; SIQUEIRA, S.; BITTECOURT, I. (Org), **Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Conceção de Pesquisa** (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 1). Porto Alegre: SBC, 2020. Disponível em: https://ceie.sbc.org.br/metodologia/wp-content/uploads/2018/10/cap1_5.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

PINCH, T. J.; BIJKER, W. E. The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. *Social studies of science*. **Sage Publications**, v. 14, n. 3, p. 399-441, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/030631284014003004>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PISONI, A.; MICHELINI, L.; MARTIGNONI, G. Frugal approach to innovation: state of the art and future perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, n. 1, p. 107-126, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.248>. Acesso em: 07 fev. 2025.

Pol, E.; Ville, S. Social innovation: Buzz word or enduring term? **The Journal of Socio-Economics**, v. 38, n. 6, p. 878-885, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.socec.2009.02.011>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PLACET, M.; ANDERSON, R.; FOWLER, K. M. Strategies for sustainability. **Research-Technology Management**, v. 48, n. 5, p. 32-41, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08956308.2005.11657336>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PRABHU, G. N.; GUPTA, S. Heuristics of Frugal Service Innovations. In: Portland International Conference of Management of Engineering and Technology, 14, p. 3309-3312, 2014, Portland. **Anais...** Portland: PICMET, 2014. (Congresso). Disponível em: <https://www.picmet.org/db/member/proceedings/2014/data/papers/14R0203.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PRABHU, J.; JAIN, S. Innovation and entrepreneurship in India: understanding jugaad. **Asia Pacific Journal of Management**, v. 32, n. 4, p. 843-868, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10490-015-9445-9>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PRAHALAD, C. K. **A riqueza na base da pirâmide**: como erradicar a pobreza com lucro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRAHALAD, C. K. Bottom of the pyramid as a source of breakthrough innovations. **Journal of Product Innovation Management**, v. 29, n. 1, p. 6-12, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00874.x>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PRAHALAD, C. K. **The Fortune at the Bottom of the Pyramid**: Eradicating Poverty Through Profits. New Jersey: Wharton School Publishing, 2010.

PRAHALAD, C. K.; HAMMOND, A. **Serving the world's poor profitably**. Cambridge: Harvard Business Review, 2002.

PRAHALAD, C. K.; MASHELKAR, R. A. Innovation's Holy Grail. **Harvard Business Review**, v. 88, n. 7-8, p. 132-141, 2010. Disponível em: <http://www.icabstudents.com/itc/chapter1/Harvard-Business-Review-2010-07-08.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **7 things we learned about frugal entrepreneurship**, 2022. Disponível em: <https://www.undp.org/syria/blog/7-things-we-learned-about-frugal-entrepreneurship>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PROJETO INCLUIR. **Home**, 2021 Disponível em: <https://www.sites.google.com/view/projetoincluir>. Acesso em: 07 fev. 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

PURI, S. K.; BYRNE, E.; NHAMPOSSA, J. L.; QURAISHI, Z. B. Contextuality of Participation in IS Design: A developing country perspective. In: International Conference on Participatory Design, 8, 2004, Toronto. **Anais...** Toronto: ACM Press, 2004. (Congresso). Disponível em: <https://ojs.ruc.dk/index.php/pdc/article/view/1778>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RADJOU, N. **The genius of frugal innovation**, 2017. Disponível em: <https://ideas.ted.com/the-genius-of-frugal-innovation/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RADJOU, N.; PRABHU, J. **Frugal Innovation**: How to Do More with Less? London: The Economist, 2015.

RADJOU, N.; PRABHU, J.; AHUJA, S. **Jugaad innovation**: Think frugal, be flexible, generate breakthrough growth. New York: John Wiley & Sons, 2012.

RADJOU, N.; PRABHU, J.; ECONOMIST, T.; POLMAN, P. **Frugal Innovation**: How to Do More with Less. New York: PublicAffairs, 2015.

RANA, R. Mapping factors which act as catalysts in the promotion of energy efficient and sustainable frugal innovation in India. **ICRRD Quality Index Research Journal**, v. 2, n. 4, p. 147-159, 2021. Disponível em: <https://icrrd.com/public/media/07-12-2021-073849Sustainable-frugal-innovation.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RAO, B. C. Alleviating poverty in the twenty-first century through frugal innovations. **Challenge**, v. 57, n. 1, p. 40-59, 2014. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24643518>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RAO, B. C. How disruptive is frugal? **Technology in Society**, v. 35, n. 1, p. 65-73, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2013.03.003>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RATTEN, V. **Frugal Innovation**. New York: Routledge, 2019.

RATTEN, V. Gender entrepreneurship and global marketing. **Journal of Global Marketing**, v. 30, n. 3, p. 114-121, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08911762.2017.1316532>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RED LATINOAMERICANA DE INNOVACIÓN (RELIF). **La innovación frugal como marco de trabajo desde la óptica de esta Red**. 2019. Disponível em: <https://redinnovacionfrugal.lat/img/Documento-RELIF-Web.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RED LATINOAMERICANA DE INNOVACIÓN (RELIF). **MOOC “Innovación Frugal: Soluciones sostenibles con los recursos a tu alcance”**, 2020. Disponível em: <https://redinnovacionfrugal.lat/#initMOOC>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RED LATINOAMERICANA DE INNOVACIÓN (RELIF). **Red Latinoamericana de Innovación Frugal**. 2023. Disponível em: <https://redinnovacionfrugal.lat/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RENNINGS, K. Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. **Ecological Economics**, v. 32, n. 2, p. 319-332, 2000. Disponível em: [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3). Acesso em: 07 fev. 2025.

REUVER, M.; KEIJZER-BROERS, W. Action Design Research for Social Innovation: Lessons from Designing a Health and Wellbeing Platform. In: International Conference on Information Systems (ICIS), 2016, Dublin. **Anais...** Dublin: ICIS, 2016. (Congresso). Disponível em: https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/10503641/Keijzer_Reuver_Action_design_research_ICIS.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

RHODES, J. M. An Analysis of Creativity. **Phi Delta Kappan**, v. 42, n. 7, p. 305-310, 1961. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/20342603>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ROCHA, E. L. C.; FREITAS, A. A. F. Avaliação do Ensino de Empreendedorismo entre Estudantes Universitários por meio do Perfil Empreendedor. **RAC Rio de Janeiro**, v.18, n. 4, p. 465-486, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac20141512>. Acesso em: 07 fev. 2025.

RODRIGUES, I.; BARBIERI, J. C. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. **RAP Rio de Janeiro**, v. 42, n. 6, p. 1069-94, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122008000600003>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ROGERS, E. M. **Diffusion of Innovations**. 3 ed. New York: Free Press, 1983.

ROSCA, E.; ARNOLD, M.; BENDUL, J. C. Business models for sustainable innovation – an empirical analysis of frugal products and services. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, n. 30, p. 133-145, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.050>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ROSS, T.; MITCHELL, V. A.; MAY, A. J. Bottom-up grassroots innovation in transport: motivations, barriers and enablers. **Transp. Plan. Technol.**, v. 35, n. 4, p. 469-489, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/03081060.2012.680820>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ROSSETTO, D. E.; BORINI, F.; BERNADES, R.; FRANKWICK, G. A new scale proposition for measuring frugal innovation: scale development process and validation. In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, 4. Encontro Luso-Brasileiro de Estratégia, 5, 2018, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SINGEP/ELBE, 2018. (Simpósio/Encontro). Disponível em: <https://www.singep.org.br/6singep/resultado/583.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta paulista de enfermagem**, v. 20, n. 2, p. 10-11, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>. Acesso em: 17 abr. 2025.

SALVADOR, F. Toward a product system modularity construct: literature review and reconceptualization. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 54, n. 2, p. 219-240, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2007.893996>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SANDERS; E. B. N.; STAPPERS, P. J. Co-creation and the New Landscapes of Design. **CoDesign**, v. 4, n. 1, p. 5-18, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SANTIAGO, L. L. M.; ROHMER, S.; PICHARDO, R. D.; REYES, T. Exploratory Study of the Integration of Frugal Innovation in the Design of Products for the BoP. In: International Conference on Engineering Design, Design Society, v. 1, n. 1, p. 3311-3320, 2019, Cambridge. **Anais...** Cambridge: Cambridge University Press, 2019. (Congresso). Disponível em: <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.338>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SANTOS, L. L. **Bricolagem e inovatividade organizacional como antecedentes da inovação frugal em mercados emergentes**. 2018. 97 f. (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, na Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SARKAR, S. Grassroots entrepreneurs and social change at the bottom of the pyramid: the role of bricolage. **Enterpren. Reg.**, v. 30, n. 3-4, p. 421-449, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08985626.2017.1413773>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política. 32 ed. Campinas: Autores Associados, 1999.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações. 11 ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

SACANAMBOY-TRUJILLO, M.; RODRÍGUEZ-OREJUELA, A. El fenómeno de la innovación frugal: productos asequibles, funcionales y minimalistas para atender el segmento bajo del mercado. **Innovar**, v. 35, n. 95, p. 1-29, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/innovar.v35n95.101621>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SCHLEINKOFER, U.; HERRMANN, T.; BAUERNHANS, T. Development and Evaluation of a Design Thinking Process Adapted to Frugal Production Systems for Emerging Markets. **Procedia Manufacturing**, v. 39, n. 1, p. 609-617, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.429>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SCHLEINKOFER, U.; MOZ, D.; BAUERNHANS, T.; LANG, A. Knowledge acquisition product planning of frugal manufacturing systems for emerging markets. **Procedia CIRP**, v. 81, n. 1, p. 246-251, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.043>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SCHLOSSBERG, M.; ZIMMERMAN, A. Developing Statewide Indices of Environmental, Economic and Social Sustainability: A look at Oregon and the Oregon Benchmarks. **Local Environment**, v. 8, n. 1, p. 641-660, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1354983032000152743>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SCHROEDER, P.; ANGGRAENI, K.; WEBER, U. The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 77-95, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SCHUMACHER, E. F. **Small is Beautiful**: A study of economics as if people mattered. London: Blond and Briggs Publishers, 1973.

SEHGAL, V.; DEHOFF, K.; PANNEER, G. The Importance of Frugal Engineering. **Strategy + Business**, v. 59, n. 1, p. 1-5., 2010. Disponível em: <https://www.strategy-business.com/article/10201>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SEIN, M. K.; HENFRIDSSON, O.; PURAO, S.; ROSSI, M.; LINDGREN, R. Action design research. **MIS Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 37-56, 2011. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/23043488>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SENYARD, J. M.; BAKER, T.; DAVIDSSON, P. Bricolage as a path to innovation for resource constrained new firms. **Academy of Management Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5465/ambpp.2011.65869700>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24 ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SEYFANG, G.; SMITH, A. Grassroots innovations for sustainable development: Towards a new research and policy agenda. **Environmental Politics**, v. 16, n. 4, p. 584-603, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09644010701419121>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SHAH, M. A.; CALONGE, D. S. Frugal MOOCs: An Adaptable Contextualized Approach to MOOC Designs for Refugees. **International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 20, n. 5, p. 1-19, 2019. Disponível em: : <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i4.3350>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SHARMA, A.; IYER, G. R. Resource-constrained product development: implications for green marketing and green supply chains. **Ind. Market. Manag**, v. 41, n. 4, p. 599-608, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2012.04.007>. Acesso em: 7 fev. 2025.

SHARMELLY, R.; RAY, P. K. Managing resource-constrained innovation in emerging markets: Perspectives from a business model. **Technology in Society**, v. 65, n. 1, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101538>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SHEPHERD, D. A.; PARIDA, V.; WINCENT, J. The surprising duality of Jugaad: Low firm growth and high inclusive growth. **Journal of Management Studies**, v. 57, n. 1, 2020, p. 87-128. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/joms.12309>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SIANIPAR, C.; DOWAKI, K.; YUDOKO, G.; ADHIUTAMA, A. Seven Pillars of Survivability: Appropriate Technology with a Human Face. **European Journal of Sustainable Development**, v. 2, n. 4, p. 1-18, 2013. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2295411>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SILVA, J. V. V. M.; COSTA, R. M. Design Research é uma metodologia de aplicação prática? In: Congresso Internacional de Pós-graduações e Pesquisa Latinos em Administração e Estudos Organizacionais, 3, 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2014. (Congresso).

SIMULA, H.; HOSSAIN, M.; HALME, M. Frugal and reverse innovations – Quo Vadis? **Current Science**, v. 109, n. 5, p. 1567-1572, 2015. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24906179>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SMITH, A. **An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations**. Indianapolis: Liberty Press, 1981 [1776].

SONI, P.; KRISHNAN, R. T. Frugal innovation: Aligning theory, practice and public policy. **Journal of Indian Business Research**, v. 6, n. 1, p. 29-47, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JIBR-03-2013-0025>. Acesso em: 07 fev. 2025.

STICKDORN, M.; SCHNEIDER, J.; ANDREWS, K.; LAWRENCE, A. **This is service design thinking: Basics, tools, cases**. Hoboken: Wiley, 2011.

SUCHODOLSKI, B. **A pedagogia e as Grandes Correntes Filosóficas: A pedagogia da Essência e a Pedagogia da Existência**. 5 Ed. Trad. Liliana Rombert Soeiro. Lisboa: Livros Horizonte, 2000.

SUTILI, F. K.; RAINERI, I. A. D. Metodologias ativas na formação do engenheiro do século XXI: desafios e reflexões. **Olhar de Professor Ponta Grossa**, v. 25, n. 1, p. 1-23, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/OlharProfr.v.25.16436.005>. Acesso em: 07 fev. 2025.

TANGUY, A.; CARRIÈRE, L.; LAFOREST, V. Low-tech approaches for sustainability: key principles from the literature and practice. **Sustainability: Science, Practice, and Policy**, v. 19, n. 1, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15487733.2023.2170143>. Acesso em: 07 fev. 2025.

TAN, C. E.; LIM, L. L. P.; MINOI, J.-L.; SENIN, N. **PlayLab Bus**: Empowering artists in residence at Universiti Malaysia Sarawak. 2023. Disponível em: <https://aces.gchangers.org/case-studies/playlab-bus/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

TEJEDA, N. D. Z.; SANTIAGO, L. M. L.; MONTES, L. P.; LÓPEZ, J. A. R.; PINTO, V. D. C. Frugality as a lever for sustainable design: a case on food aid distribution, p. 548-564. In: International Sustainable Development Research Society Conference, Accelerating the progress towards the 2030 SDGs in times of crisis, 27, 2012, Östersund. **Anais...** Östersund: Mid Sweden University, 2021. (Congresso). Disponível em: <http://miun.diva-portal.org/smash/get/diva2:1608600/FULLTEXT01.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

THE ECONOMIST. **First break all the rules** – The charms of frugal innovation, 2010. Disponível em: <https://www.economist.com/special-report/2010/04/17/first-break-all-the-rules>. Acesso em: 07 fev. 2025.

THIOLLENT, M. J. M.; COLETTE, M. M. Pesquisa-ação, universidade e sociedade. **Revista Mbote**, v. 1, n. 1, p. 42-66, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47551/mbote.v1i1.9382>. Acesso em: 07 fev. 2025.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

THOMAS, H. Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas, p. 25-78. In: THOMAS, H.; FRESSOLI, M.; SANTOS, G. (Eds.), **Tecnología, desarrollo y democracia**: nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, 2012. Disponível em: <http://www.transitsocialinnovation.eu/content/original/Book%20covers/Local%20PDFs/175%20Chap%20%20Thomas%20Tec%20para%20la%20soc%20inclus%20en%20LA%202012.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

THOMAS, H.; BORTZ, G.; GARRIDO, S. M. **Enfoques y estrategias de desarrollo tecnológico, innovación y policy making para el desarrollo inclusivo**. Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología (Working Paper), n. 1, p. 1-55, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34696.93448>. Acesso em: 07 fev. 2025.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da Inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

TIWARI, R.; FISCHER, L.; KALOGERAKIS, K. **Frugal Innovation in Scholarly and Social Discourse**: An Assessment of Trends and Potential Societal Implications. Fraunhofer MOEZ Leipzig & Hamburg University of Technology (Working Paper), n. 189, p. 2-28, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.15480/882.1288>. Acesso em: 07 fev. 2025.

TIWARI, R.; FISCHER, L.; KALOGERAKIS, K. Frugal innovation: An assessment of scholarly discourse, trends and potential societal implications. In: HERSTATT, C.; TIWARI,

R. (Eds.), **Lead market India: Key elements and corporate perspectives for frugal innovations**, p. 13-35. Cham: Springer, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-46392-6_2. Acesso em: 7 fev. 2025.

TIWARI, R.; HERSTATT, C. Assessing India's lead market potential for cost-effective innovations. **Journal of Indian Business Research**, v. 4, n. 2, p. 97-115, 2012a. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/17554191211228029>. Acesso em: 05 fev. 2025.

TIWARI, R.; HERSTATT, C. Frugal innovation: a global networks' perspective, Die Unternehmung. **Swiss Journal of Business Research and Practice**, v. 66, n. 3, p. 245-274, 2012b. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2196084. Acesso em: 07 fev. 2025.

TIWARI, R.; HERSTATT, C. **Emergence of India as a lead market for frugal innovation: opportunities for Participation and Avenues for Collaboration**. Hamburg: Consulate General of India, 2014. Disponível em: https://www.cgihamburg.gov.in/pdf/CGI_Brochure_Frugal_Innovation_2014%20-%20For%20Website%20-%202002%20-%20Duplex.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

TIWARI, R.; HERSTATT, C. **‘Too Good’to Succeed? Why Not Just Try ‘Good Enough’! Some Deliberations on the Prospects of Frugal Innovations**. Hamburg University of Technology (Working Paper), n. 46, p. 1-11, 2013. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2346852. Acesso em: 07 fev. 2025.

TIWARI, R.; KALOGERAKIS, K. **A bibliometric analysis of academic papers on frugal innovation**. Hamburg University of Technology (TUHH) & Institute for Technology and Innovation Management (Working Paper), n. 93, p. 1-26, 2016. Disponível em: http://www.global-innovation.net/team/tiwari/PDF/working_paper_93.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

TORRES-REYES, S.; ROMEIRO FILHO, E.; AVELAR, E. A.; BARBOSA, F. V. Innovación y Emprendimiento Frugales en la educación: una perspectiva para América Latina. **LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades**, v. 6, n. 2, p. 2744-2769, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3796>. Acesso em: 07 fev. 2025.

TROTT, P. **Innovation Management and New Product Development**. 5 ed. London: Prentice-Hall, 2011.

UPADHYAY, P.; PUNEKAR, R. M. A framework for designing frugal innovations in marginalised contexts. **Journal of Cleaner Production**, v. 410, n. 1, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137170>. Acesso em: 07 fev. 2025.

UYGUN, H.; GUJRATI, R. Entrepreneurship and Innovation – Two Sides of the Same Coin. **SMS Journal of Entrepreneurship & Innovation**, v. 6, n. 2, p. 11-20, 2020. Disponível em: <https://journals.smsvaranasi.com/index.php/smsjei/article/view/644>. Acesso em: 07 fev. 2025.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design research in information systems**. (S.l.: s.n.), 2004. Disponível em: <http://desrist.org/design-research-in-information-systems>. Acesso em: 07 fev. 2025.

VAN DER HAVE, R. P.; RUBALCABA, L. Social innovation research: An emerging area of innovation studies? **Research Policy**, v. 45, n. 9, p. 1923-1935, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.06.010>. Acesso em: 07 fev. 2025.

VELÁSQUEZ, L. A.; ALVARADO S. Y. M.; BARROETA, V. V. H. Investigación-acción-participativa: alternativa metodológica para el estudio de las comunidades. La visión de Orlando Fals Borda. **Revista Científica**, v. 6, n. 21, p. 314-35, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.21.17.314-335>. Acesso em: 07 fev. 2025.

VENABLE, J. R. The role of theory and theorizing in Design Science Research. In: International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology, 1, 2006, Claremont. **Anais...** Claremont: Claremont Graduate University, 2006. (Congresso). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228670522_The_role_of_theory_and_theorising_in_design_science_research. Acesso em: 07 fev. 2025.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3 ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

VESCI, M.; FEOLA, R.; PARENTE, R.; RADJOU, N. How to save the world during a pandemic event. A case study of frugal innovation. **R&D Management**, v. 51, n. 4, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/radm.12459>. Acesso em: 07 fev. 2025.

VIANNA, M; VIANNA, I.; ADLER, I. K.; LUCENA, B.; RUSSO, B. Design Thinking. Rio de Janeiro: MVJ Press, 2012.

VIGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 14 ed. São Paulo: Ícone, 2016.

WALDEN, R.; LIE, S. University–Industry Collaboration in Frugal Innovation Through Prototyping: The Case of a Firefighter Cooling Vest. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 68, n. 3, p. 725-738, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9250548>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WEYRAUCH, T.; HERSTATT, C. What is frugal innovation? Three defining criteria. **Journal of Frugal Innovation**, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40669-016-0005-y>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WHITNEY, P.; KELKAR, A. Designing for the base of the pyramid. **Design Management Review**, v. 15, n. 4, p. 4-47, 2004. Disponível em: https://id.iit.edu/wp-content/uploads/2015/03/design_for_bop.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

WIERINGA, R. J. **Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering**. London: Springer, 2014.

WILDE, D. J. **Teamology: The Construction and Organization of Effective Teams**. London: Springer-Verlag London Limited, 2009.

WILK, R. R.; CLIGGETT, L. C. **Economies and Cultures: Foundations of Economic Anthropology**. 2 ed. Boulder: Westview Press, 2007.

WIMPENNY, K. Using participatory action research to support knowledge translation in practice settings. **International Journal of Practice-based Learning in Health and Social Care**, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11120/pblh.2013.00004>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WINKLER, T.; ULZ, A.; KNÖBL, W.; LERCHER, H. Frugal innovation in developed markets – adaption of a criteria-based evaluation model. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 5, n. 4, p. 251-259, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.11.004>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WINSCHIERS, H. The Challenges of Participatory Design in an Intercultural Context: Designing for Usability in Namibia. In: International Conference on Participatory Design, p. 73-76, 2006, Trento. **Anais...** Trento: CPRS, 2006. (Congresso). Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=b570f1bb0ab5c230b2481bf5d09aba70fb7d561b>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WINSCHIERS-THEOPHILUS, H.; BIDWELL, N. J.; BLAKE, E. Community Consensus: Design Beyond Participation. **Design Issues**, v. 28, n. 3, p. 89-100, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1162/DESI_a_00164. Acesso em: 05 fev. 2025.

WINTERHOFF, M.; WENDT, T. F.; WRIGHT, J.; KNAPP, O.; ZOLLENKOPP, M.; DURST, S.; BOEHLER, C.; HAYES, G. **Simple, Simpler, Best: Frugal innovation in the engineered products and high tech industry**, 2014. Munich: Roland Berger Strategy Consultants GmbH. Disponível em: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_frugal_products_e_20150107.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

WITKOWSKI, T. H. A brief history of frugality discourses in the United States. **Consumption, Markets and Culture**, v. 13, n. 3, p. 235-258, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10253861003786975>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WOHLFART, L.; BÜNGER, M.; LANG-KOETZ, C.; WAGNER, F. Corporate and grassroots frugal innovation. **Technology Innovation Management Review**, v. 6, n. 4, p. 5-17, 2016. Disponível em: <http://doi.org/10.22215/timreview/977>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WOHLFART, L.; WEIK, S.; LANG-KOETZ, C. Frugal Innovation Labs. In: R&D Management Conference, R&Designing Innovation: Transformational Challenges for Organisations and Society, 2018, Milan. **Anais...** Milan: R&D Management, 2018 (Congresso). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331305274_Frugal_Innovation_Labs. Acesso em: 07 fev. 2025.

WOO, A. K.; HEW, T. K. F. A Review of Frugal Innovation with Practical Implications for Educators. In: International Conference on Education and Development (ICED 2017), DESTech Transactions on Social Science Education and Human Science, 2, 2017, Shanghai. **Anais...** Shanghai, 2017: ICED. (Congresso). Disponível em: <https://doi.org/10.12783/dtssehs/iced2017/15106>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WOOLDRIDGE, A. **The World Turned Upside Down**. A Special Report on Innovation in Emerging Markets. London: The Economist, 2010. Disponível em: https://www.economist.com/sites/default/files/special-reports-pdfs/15894419_0.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Chotukool: Keeping things cool with frugal innovation**, 2013. Disponível em: <https://www.wipo.int/en/web/wipo-magazine/articles/chotukool-keeping-things-cool-with-frugal-innovation-38647>. Acesso em: 07 fev. 2025.

WORREN, N.; MOORE, K.; CARDONA, P. Modularity, strategic flexibility, and firm performance: a study of the home appliance industry. **Strategic Management Journal**, v. 23, n. 12, p. 1123-1140, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/smj.276>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ZAMENOPOULOS, T.; ALEXIOU, K. **Co-Design as Collaborative Research**. Bristol: University of Bristol/ AHRC Connected Communities Programme, 2018. Disponível em: <https://oro.open.ac.uk/58301/>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ZESCHKY, M.; WIDENMAYER, B.; GASSMANN, O. Frugal innovation in emerging markets. The case of mettler toleda. The Case of Mettler Toledo. **Research-Technology Management**, v. 54, n. 4, p. 38-45, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5437/08956308X5404007>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ZESCHKY, M.; WINTERHALTER, S.; GASSMANN, O. From Cost to Frugal and Reverse Innovation: Mapping the field and implications for global competitiveness. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 4, p. 20-27, 2014. Disponível em: <https://www.alexandria.unisg.ch/handle/20.500.14171/86640>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ZOSH, J. M.; HOPKINS, E. J.; JENSE, H.; LIU, C.; NEALE, D.; HIRSH-PASEK, K.; SOLIS, S. L.; WHITEBREAD, D. **Learning through play: a review of the evidence** The LEGO Foundation, DK, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16823.01447>. Acesso em: 07 fev. 2025.

ZWARTHOD, D. Creating Frugal Citizens: The Liberal Egalitarian Case for Teaching Frugality. **Theory and Research in Education**, v. 13, n. 3, p. 286-307, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1477878515606620>. Acesso em: 07 fev. 2025.

APÊNDICE A – Quadros, figuras, tabelas e gráficos complementares do trabalho

Quadro 51 – Características do questionário *online* (survey)

Bloco	No. pergunta	Tipo de pergunta	Escala das variáveis	Tipo de respondente
Perfil do respondente.	2, 3 e 4.	Fechada / múltipla escolha.	Nominal.	Todos.
	5.	Aberta.	Nominal.	Todos.
Aspectos teóricos para difusão de inovação e empreendedorismo frugais.	6 a 14.	Fechada / múltipla escolha.	Nominal.	Todos.
Estratégias para empreender com enfoque frugal.	15 a 18.	Fechada / múltipla escolha.	Nominal.	Diretor, gestor, gerente, coordenador/líder, pesquisador ou estudante.
	19.	Aberta.	Nominal.	
Metodologias Ativas para educação de inovação e empreendedorismo frugais.	20 a 22.	Fechada / múltipla escolha.	Nominal.	Docente.
	23.	Aberta.	Nominal.	
Estratégias para educação do valor frugal.	24 a 29.	Fechada / Escala de Likert.	Ordinal.	
	30.	Fechada / múltipla escolha.	Nominal.	

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 52 – Enunciados que descrevem as competências educacionais

Competência educacional	Enunciado
(a) Percepção e observação empática.	Identificar e analisar novas realidades.
(b) Comunicação assertiva.	Comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas.
(c) Pensamento crítico.	Discutir outros caminhos para empreender.
(d) Construção de relações interdisciplinares.	Construir relações com pessoas de diversas áreas e formações.
(e) Visão sistêmica.	Mapear ligações de fatos particulares de uma situação.
(f) Recursividade.	Resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão.
(g) Criatividade.	Identificar e combinar recursos locais de novas maneiras.
(h) Tomada de decisões em contextos com restrições.	Tomar decisões ágeis em contextos com restrições.
(i) Resolução de desafios e dilemas éticos/políticos contemporâneos.	Apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental.
(j) Uso de Tecnologias da Informação e Comunicações (TICs).	Usar ferramentas digitais.

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 53 – Síntese do perfil dos docentes entrevistados

Código	País/Cidade	Gênero	Idade	Formação acadêmica	Setor de experiência	Anos de docência	Formato de ensino em IF e EF
D1	Guadalajara, México.	Homem.	49	-Engenheiro de Computação; -Mestre em Administração; -Doutorando em Ciências da Administração.	Privado.	23	Disciplina.
D2	Troyes, França.	Homem.	36	-Engenheiro Mecatrônico; -Mestre em Ciências do Desenho Interativo e Manufatura; -Doutorando em Sistemas Sociotécnicos, com ênfase em interações sociedade-tecnologia-meio ambiente.	Privado.	3	Temática em disciplinas existentes.
D3	Cidade do México, México.	Homem.	54	-Administrador de Empresas; -Mestre em Organizações; -Doutor em Ciências da Administração.	Privado.	22	Temática em disciplinas existentes.
D4	Bogotá, Colômbia.	Homem.	38	-Administrador de Empresas; -Mestre em Criatividade e Inovação; -Doutorando em Gestão Avançada de Organizações e Economia Social.	Privado.	10	Temática em disciplinas existentes e MOOC.
D5	Guadalajara, México.	Mulher.	43	-Engenheira de Alimentos; -Mestre em Educação; -Doutoranda em Negócios.	Privado.	19	Disciplina.
D6	Guanajuato, México.	Homem.	41	-Engenheiro Eletrônico; -Mestre e Doutor em Ciência em Óptica; -Mestrando em Psicologia Educacional.	Privado.	10	Disciplina.
D7	Tijuana, México.	Homem.	55	-Engenheiro Agro Florestal, com ênfase em recursos naturais; -Mestre em Antropologia Social.	Público / privado.	4	Temática em disciplinas existentes.
D8	Puebla, México.	Mulher.	57	-Engenheira de Sistemas Computacionais; -Mestre em Ciência da Computação; -Mestre em Docência Universitária; -Doutora em Planejamento Estratégico e Gestão de Tecnologia.	Privado.	30	Temática em disciplinas existentes e disciplina oficial.
D9	Santa Clara, Estados Unidos.	Homem.	43	-Sociólogo; -Mestre em Geologia.	Público/ privado.	7	Disciplina e <i>workshops</i> .
D10	Cali, Colômbia.	Mulher.	33	-Comunicadora; -Mestre em Design da Experiência do Usuário.	Público/ privado.	1	Disciplina.
D11	Lima, Peru.	Homem.	36	-Engenheiro de Produção; -Mestre em Marketing; -Mestre em Programação Avançada.	Privado.	5	Temática em disciplinas existentes e <i>workshops</i> .
D12	Cali, Colômbia.	Homem.	37	-Engenheiro de Sistemas e Computação; -Mestre em Administração.	Privado.	15	Disciplina.
D13	Cali, Colômbia.	Mulher.	45	-Economista; -Mestre em Administração; -Doutoranda em Administração.	Privado.	10	Temática em disciplinas existentes.

(continua)

(conclusão)

Código	País/Cidade	Gênero	Idade	Formação acadêmica	Setor de experiência	Anos de docência	Formato de ensino em IF e EF
D14	Florianópolis, Brasil.	Homem.	49	-Técnico em processamento de dados; -Administrador de Negócios; -Mestre em Administração; -Doutor em Administração.	Privado.	15	Temática em disciplinas existentes.
D15	Tijuana, México.	Mulher.	33	-Técnica em serviço social; -Administradora Pública e Ciências Políticas; -Mestre em Estratégia Empresarial; -Doutoranda em Educação.	Público/ Privado.	16	Temática em disciplinas existentes e <i>workshops</i> .
D16	Cidade de México, México.	Homem.	43	-Engenheiro Mecatrônico -Mestre em Engenharia Elétrica; -Doutor em Engenharia de Sistemas Robóticos e Mecatrônicos.	Público.	18	Temática em disciplinas existentes.
D17	Roterdã, Holanda.	Mulher.	52	-Economista; -Mestre em Estudos de Desenvolvimento; -Doutora em Estudos de Desenvolvimento.	Privado.	20	Temática em disciplinas existentes e disciplina oficial.
D18	Guadalajara, México	Homem.	36	-Engenheiro Mecatrônico; -Especialista em Negócios Internacionais.	Privado.	12	Temática em disciplinas existentes.
D19	Florianópolis, Brasil.	Mulher.	59	-Matemática; -Mestre em Engenharia de Produção; -Doutora em Engenharia de Produção.	Privado.	28	Temática em disciplinas existentes.
D20	Florianópolis, Brasil.	Mulher.	50	-Engenheira Química; -Mestre em Engenharia Ambiental; -Doutora em Química.	Privado.	19	Temática em disciplinas existentes.
D21	São Paulo, São Paulo.	Mulher.	51	-Engenheira Elétrica; -Especialista em Marketing; -Mestre em Administração e Gestão da Inovação; -Doutora em Administração.	Privado.	15	Temática em disciplinas existentes.
D22	Ibagué, Colômbia.	Mulher.	40	-Engenheira de Produção; -Especialista em Saúde Ocupacional; -Mestre em Administração.	Privado.	8	Temática em disciplinas existentes.
D23	Bogotá, Colômbia.	Homem.	46	-Desenhador Industrial; -Especialista em Gerenciamento de Projetos.	Privado.	19	Temática em disciplinas existentes.
D24	Ibagué, Colômbia.	Homem.	40	-Técnico industrial; -Engenheiro de Produto; -Mestre em Direção e Gestão de Projetos.	Privado.	5	Temática em disciplinas existentes.
D25	Bogotá, Colômbia.	Homem.	49	-Engenheiro Mecânico; -Especialista em Gerenciamento de Projetos.	Privado.	4	Temática em disciplinas existentes.

Fonte: Elaborado a partir dos achados

APÊNDICE B – Componentes do ambiente interno do artefato desenvolvido para o caso brasileiro

Quadro 54 – Componentes do ambiente interno do artefato desenvolvido para o cenário educacional brasileiro

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 1: Introdução (07/03) – presencial / síncrona	O curso iniciou no dia 13 de abril devido a questões institucionais.
Recursos	
<i>Moodle®, slides</i> , ementa da disciplina, <i>Google Jamboard®, TED talks</i> , quadro e pincéis.	
Métodos e processos	
-Apresentação introdutória da proposta da disciplina e pesquisa; -Roda de apresentação dos alunos e motivações (identificação de perfis); -Formação dos grupos de trabalho; -Atividade quebra-gelo: dinâmica grupal de pensamento lateral; - <u>Dever de casa</u> : escrever no <i>Google Jamboard®</i> o que você entende por IF; -Encerramento da aula.	
Competências educacionais	
(a) percepção/observação empática.	
Estratégias de ensino	
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e ABE.	
Aula 2: Processo de inovação (14/03) – presencial / síncrona	
Recursos	
<i>Moodle®, slides</i> , imagens, vídeo, café colombiano, quadro e pincéis.	
Métodos e processos	
-Tópicos teóricos: processo de inovação – inovação <i>versus</i> invenção; -Discussão teórica com café colombiano; -Apresentação de dinâmica de pensamento lateral; - <u>Dever de casa</u> : preparar uma breve apresentação dos resultados da dinâmica de pensamento lateral; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	
Competências educacionais	
(a) percepção/observação empática e (c) pensamento crítico.	
Estratégias de ensino	
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e ABE.	
Aula 3: Proposta de valor (21/03) – presencial / síncrona	
Recursos	
<i>Moodle®, slides</i> , vídeo, imagens, <i>post-its</i> , quadro, pincéis e o que tiver disponível à mão.	
Métodos e processos	
-Sorteio de apresentação do dever de casa; -Tópicos teóricos: proposta de valor e BoP; -Dinâmica de pensamento lateral; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	

(continua)

(continuação)

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 3: Proposta de valor (21/03) – presencial / síncrona	O curso iniciou no dia 13 de abril devido a questões institucionais.
Competências educacionais	
(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva e (c) pensamento crítico.	
Estratégias de ensino	
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> , Estudo de Casos e ABE.	
Aula 4: Semana santa – virtual / assíncrona (28/03):	
Recursos	
<i>Moodle</i> ®, filme, questionário 1 da pesquisa e TCLE.	
Métodos e processos	
-Assistir filme indicado no <i>Moodle</i> ® sobre um caso real e realizar uma resenha acadêmica, entrelaçando aspectos teóricos vistos em aula;	
-Responder questionário 1 e TCLE (participação voluntária).	
Competências educacionais	
(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva e (c) pensamento crítico.	
Estratégias de ensino	
Estudo de Caso.	
Aula 5: IF (04/04) – presencial / síncrona	
Recursos	
<i>Moodle</i> ®, <i>slides</i> , imagens, <i>Podcast Onda Frugal</i> da RELIF, artigo acadêmico, quadro e pincéis.	
Métodos e processos	
-Entrega de resenha acadêmica sobre o filme indicado;	
-Dinâmica grupal de pensamento lateral;	
-Tópicos teóricos: o que é a IF, suas características e casos reais;	
-Apresentação de <i>Podcast Onda Frugal</i> – “casos de IF no Brasil”;	
-Dever de casa: ler o artigo indicado no <i>Moodle</i> ® e escrever uma resenha acadêmica;	
-Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	
Competências educacionais	
(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva e (c) pensamento crítico.	
Estratégias de ensino	
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> , Estudo de Casos e ABE.	
Aula 6: Desenvolvimento sustentável e valor frugal (11/04) – presencial / síncrona	Aula 1: Introdução (13/04) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
<i>Moodle</i> ®, <i>slides</i> , vídeo, papel kraft, artigos acadêmicos, <i>Classroomscreen</i> ®, quadro e pincéis.	<i>Google Drive</i> ®, <i>slides</i> , ementa do curso, vídeo, quadro e pincéis.

(continua)

(continuação)

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 6: Desenvolvimento sustentável e valor frugal (11/04) – presencial / síncrona	Aula 1: Introdução (13/04) – presencial / síncrona
Métodos e processos	Métodos e processos
-Entrega de resenha acadêmica; -Tópicos teóricos: o que é desenvolvimento sustentável, ODS e sua relação com a IF; -Vídeo caso real brasileiro da RELIF e reflexão em grupos; -Dinâmica grupal de pensamento lateral; -Dever de casa: ler os artigos indicados em Moodle® e escrever uma resenha acadêmica. -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Apresentação introdutória da proposta do curso e da pesquisa; -Roda de apresentação dos alunos e motivações (identificação de perfis); -Tópicos teóricos: gambiarra <i>versus</i> inovação; -Apresentação de vídeo – caso real colombiano; -Dever de casa: identificar uma problemática sociocultural, econômica ou ambiental local que faça parte das suas comunidades, localidades ou trabalho; -Encerramento da aula.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva e (c) pensamento crítico.	(a) percepção/observação empática e (c) pensamento crítico.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> , Estudo de Casos e ABE.	Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.
Aula 7: Delimitação estratégica do problema (18/04) – presencial / síncrona	Aula 2: IF (20/04) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
Moodle®, slides, Mentimeter®, artigos acadêmicos, quadro e pincéis.	Google Drive®, slides, Podcast Onda Frugal da RELIF, quadro e pincéis.
Métodos e processos	Métodos e processos
-Tópico teórico: gambiarra <i>versus</i> IF (palestrante convidada); -Socialização de ideias/dúvidas sobre a palestra e casos apresentados; -Dever de casa: ler os artigos indicados em Moodle® e escrever uma resenha. -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	- <i>Brainstorming</i> grupal: análise do dever de casa e socialização de ideias; -Tópico teórico: o que é IF, suas características e casos de estudo; -Apresentação de Podcast Onda Frugal – “casos de IF no Brasil”; -Dever de casa: com base no visto na aula e no Podcast, escrever uma breve reflexão do que entendem sobre IF; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico e (d) construção de relações interdisciplinares.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva e (c) pensamento crítico.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Palestra com convidado externo, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.	Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.
Aula 8: EF (25/04) – presencial / síncrona	Aula 3: EF (27/04) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
Moodle®, slides, vídeo, Classroomscreen®, quadro e pincéis.	Google Drive®, slides, vídeo, filme, pincéis, quadro, papel em branco, questionário 1 da pesquisa, TCLE e glossário colaborativo.

(continua)

(continuação)

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 8: EF (25/04) – presencial / síncrona	Aula 3: EF (27/04) – presencial / síncrona
Métodos e processos	Métodos e processos
-Tópico teórico: o que é EF, etapas e caso internacional; -Dinâmica grupal de pensamento lateral; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Entrega do para casa; -Tópicos teóricos: o que é EF, suas etapas e casos de estudo; -Vídeo caso real brasileiro da RELIF e reflexão em grupos; -Apresentação do questionário 1 da pesquisa e do TCLE; -Apresentação de glossário colaborativo; - <u>Dever de casa</u> : assistir filme indicado e com base no visto na aula, escrever uma breve reflexão do que entende sobre EF e como pode impactar nas suas vidas; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva e (c) pensamento crítico.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> , Estudo de Casos e ABE.	Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.
Aula 9: Preparação para integração em projeto social (02/05) – presencial / síncrona	Aula 4: Ideação I (04/05) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
Moodle®, slides, imagens, vídeo, Padlet®, glossário colaborativo, quadro e pincéis.	Google Drive®, slides, imagens, Padlet®, vídeo, quadro, pincéis, papel em branco, <i>post-its</i> , canetas, tesoura, régua, fita adesiva, papel kraft, música, odorizante de ambiente, glossário colaborativo, biscoitos, cartazes chamativos e o que tiver disponível à mão.
Métodos e processos	Métodos e processos
-Apresentação de glossário colaborativo; -Explicação de métodos e dinâmica no projeto social; -Apresentação ADF e exemplo de aplicação – Desafio Estratégico ; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Entrega do para casa; -Integração de alunos do DEP/UFMG e do projeto social (roda de apresentação); -Sorteio de grupos de trabalho; -Trabalho em equipes: aplicação de ADF – Desafio Estratégico ; - <u>Dever de casa</u> : pesquisar as características do usuário identificado, seu estilo de vida e como resolve atualmente a sua problemática; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares e (e) visão sistêmica.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.	<i>Brainstorming</i> , ABE, APD e ABP.

(continua)

(continuação)

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 10: Ideação II (09/05) – presencial / síncrona	Aula 5: Ideação II (11/05) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
Moodle®, slides, quadro, pincéis, imagens e glossário colaborativo.	Google Drive®, slides, imagens, Classroomscreen®, quadro, pincéis, papel em branco, post-its, canetas, tesoura, régua, fita adesiva, papel kraft, música, odorizante de ambiente, glossário colaborativo, biscoitos, cartazes chamativos e o que tiver disponível à mão.
Métodos e processos	Métodos e processos
-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida, o que sugiro mudar; -Apresentação ADF e exemplo de aplicação – Mapa dos Stakeholders + Persona ; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida, o que sugiro mudar; -Trabalho em equipe: aplicação ADF – Mapa dos Stakeholders + Persona ; - <u>Dever de casa</u> : identificar um produto existente que pode atender ao desafio do usuário identificado para transformá-lo em IF; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares e (e) visão sistêmica.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.	<i>Brainstorming</i> e ABE.
Aula 11: Ideação III (16/05) – presencial / síncrona	Aula 6: Ideação III (18/05) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
Moodle®, slides, imagens, pincéis, quadro e glossário colaborativo.	Google Drive®, slides, imagens, Classroomscreen®, quadro, pincéis, papel em branco, post-its, canetas, tesoura, régua, fita adesiva, papel kraft, música, odorizante de ambiente, glossário colaborativo, biscoitos, cartazes chamativos e o que tiver disponível à mão.
Métodos e processos	Métodos e processos
-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida, o que sugiro mudar; -Apresentação ADF e exemplo de aplicação – Jornada do Usuário + E se? + Análise de Tarefa ; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida e o que sugiro mudar; -Trabalho em equipe: aplicação ADF – Jornada do Usuário + E se? + Análise de Tarefa ; - <u>Dever de casa</u> : preparar as visitas de campo e realizar entrevistas. -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares e (e) visão sistêmica.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.	<i>Brainstorming</i> e ABE.

(continua)

(continuação)

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 12: Prototipagem I (23/05) – presencial / síncrona	Aula 7: Recesso institucional (25/05) – presencial / assíncrona
Recursos	Recursos
<i>Moodle®</i> , <i>slides</i> , imagens, vídeo, <i>Padlet®</i> , charge, quadro, pincéis e glossário colaborativo.	<i>Google Drive®</i> .
Métodos e processos	Métodos e processos
-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida sobre o processo projetual, o que sugiro mudar; -Momento de reflexão com charge – uso de elementos da teoria crítica da tecnologia e teoria da construção social; -Apresentação ADF e exemplo de aplicação – <i>Blueprint + Role-playing</i> ; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Recesso por evento institucional; -Trabalho em equipe: estudantes do DEP/UFMG e do projeto social; -Imersão em campo para entrevistas.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção e observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares e (e) visão sistêmica.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.	ABE.
Aula 13: Dia feriado (30/05) – presencial / assíncrona	Aula 8: Recesso institucional (01/06) – presencial / assíncrona
Recursos	Recursos
<i>Moodle®</i> e questionário 2 da pesquisa.	<i>Google Drive®</i> .
Métodos e processos	Métodos e processos
-Aplicação de ADF – <i>Blueprint</i> ; -Imersão em campo para entrevistas e envio de modelo de TCLE para entrevistas com usuários; -Responder o questionário 2 da pesquisa (participação voluntária).	-Recesso por evento institucional; -Trabalho em equipe: estudantes do DEP/UFMG e do projeto social; -Imersão em campo para entrevistas.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares e (e) visão sistêmica.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
ABE.	ABE.
Aula 14: Prototipagem II (06/06) – presencial / síncrona	Aula 9: Prototipagem II (08/06) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
<i>Moodle®</i> , <i>slides</i> , <i>TED talks</i> , glossário colaborativo, quadro e pincéis.	<i>Google Drive®</i> , <i>slides</i> , imagens, <i>Classroomscreen®</i> , quadro, pincéis, papel em branco, <i>post-its</i> , canetas, tesoura, régua, fita adesiva, papel kraft, música, odorizante de ambiente, glossário colaborativo, biscoitos, cartazes chamativos e o que tiver disponível à mão.

(continua)

(continuação)

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 14: Prototipagem II (06/06) – presencial / síncrona	Aula 9: Prototipagem II (08/06) – presencial / síncrona
Métodos e processos	Métodos e processos
-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida, o que sugiro mudar; -Vídeo e reflexão sobre interação com usuários, utilizando elementos da teoria da construção social; -Apresentação ADF e exemplo de aplicação – Competências de IF + <i>How Might We?</i> ; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida e o que sugiro mudar; -Trabalho em equipe: aplicação ADF – Competências de IF + <i>How Might We?</i> ; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.
Competências	Competências
(a) percepção/observação empática, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares e (e) visão sistêmica.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.	<i>Brainstorming</i> e ABE.
Aula 15: Prototipagem III (13/06) – presencial / síncrona	Aula 10: Prototipagem III (15/06) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
<i>Moodle®</i> , <i>slides</i> , imagens, glossário colaborativo, quadro e pincéis.	<i>Google Drive®</i> , <i>slides</i> , imagens, <i>Classroomscreen®</i> , quadro, pincéis, papel em branco, <i>post-its</i> , canetas, tesoura, régua, fita adesiva, papel kraft, música, odorizante de ambiente, glossário colaborativo, biscoitos, cartazes chamativos e o que tiver disponível à mão.
Métodos e processos	Métodos e processos
-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida, o que sugiro mudar; -Apresentação ADF e exemplo de aplicação – <i>Storyboard</i> + 5 porquês ; - <i>Dever de casa</i> : coletar imagens, fotografias e outros materiais referentes ao produto ou serviço analisado; -Dinâmica grupal: cocriação de sinônimos de Competências de IF; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida e o que sugiro mudar; -Trabalho em equipe: aplicação ADF – <i>Storyboard</i> + 5 porquês ; -Uso de imagens, fotografias e outros materiais referentes ao produto ou serviço analisado; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (c) pensamento crítico, (e) visão sistêmica, (f) recursividade e (g) criatividade.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares, (e) visão sistêmica, (f) recursividade e (g) criatividade.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.	<i>Brainstorming</i> e ABE.

(continua)

(continuação)

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 16: Implementação I (20/06) – presencial / síncrona	Aula 11: Implementação I (22/06) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
<i>Moodle®, slides, imagens, glossário colaborativo, quadro e pincéis.</i>	<i>Google Drive®, slides, imagens, Classroomscreen®, quadro, pincéis, papel em branco, post-its, canetas, tesoura, régua, fita adesiva, papel kraft, música, odorizante de ambiente, glossário colaborativo, biscoitos, cartazes chamativos e o que tiver disponível à mão.</i>
Métodos e processos	Métodos e processos
-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida, o que sugiro mudar; -Apresentação ADF e exemplo de aplicação –: Lean Canvas Frugal ; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida e o que sugiro mudar; -Trabalho em equipe: aplicação ADF – Lean Canvas Frugal ; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares, (e) visão sistêmica, (h) tomada de decisões em contextos com restrições e (i) resolução de desafios e dilemas éticos/políticos contemporâneos.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral, <i>Brainstorming</i> e Estudo de Casos.	<i>Brainstorming</i> e ABE.
Aula 17: Implementação II (27/06) – presencial / síncrona	Aula 12: Implementação II (29/06) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
<i>Moodle®, slides, imagens, vídeo, Padlet®, charge, glossário colaborativo, quadro e pincéis.</i>	<i>Slides, quadro, pincéis, cartazes chamativos, doces, odorizante de ambiente e o que tiver disponível à mão.</i>
Métodos e processos	Métodos e processos
-Aplicação de mural de socialização: o que curti e o que não curti, o que ainda tenho dúvida, o que sugiro mudar; -Preparatório para apresentação do Lean Canvas Frugal , em formato de Pitch ; -Indicação de documentário e filme para reflexão, fundamentados em elementos da teoria crítica da tecnologia e teoria da construção social; -Socialização de critérios de avaliação do trabalho final; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a aula.	-Apresentação de banca avaliadora externa; - Pitch final dos grupos (estudantes do DEP/UFMG e do projeto social): apresentação de modelo de negócios e protótipo; -Avaliação final; -Encerramento: <i>feedback</i> sobre a dinâmica.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico e (e) visão sistêmica.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva, (c) pensamento crítico, (d) construção de relações interdisciplinares, (e) visão sistêmica, (f) recursividade, (g) criatividade, (h) tomada de decisões em contextos com restrições, (i) resolução de desafios e dilemas éticos/políticos contemporâneos e (j) uso de TICs.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
Aula magistral e <i>Brainstorming</i> e <i>Pitch</i> .	<i>Pitch</i> e ABE.

(continua)

(conclusão)

Disciplina “Prática de Empreendedorismo e Inovação Frugais”	Curso “Da Gambiarra ao Produto Final”
Aula 18: Avaliação da experiência com estudantes DEP/UFMG (04/07) – presencial / síncrona	Aula 13: Avaliação da experiência com estudantes Programa Incluir (06/07) – presencial / síncrona
Recursos	Recursos
<i>Moodle®, slides, quadro, pincéis e questionário 3 da pesquisa.</i>	<i>Slides, quadro, pincéis, papel em branco, canetas, odorizante de ambiente e questionário 3 da pesquisa.</i>
Métodos e processos	Métodos e processos
-Entrega de trabalho final; -Depoimento dos alunos sobre a experiência na disciplina; -Apresentação do questionário 3 em formato digital e impresso; -Exposição de <i>slides</i> sobre as etapas percorridas na disciplina e na dinâmica projetual; -Encerramento da disciplina/semestre.	-Cocriação de sinônimos sobre Competências de IF; -Depoimento dos alunos sobre a experiência no curso; -Apresentação do questionário 3 em formato digital e impresso; -Exposição de <i>slides</i> sobre as etapas percorridas na disciplina e na dinâmica projetual; -Encerramento do curso/semestre.
Competências educacionais	Competências educacionais
(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva e (c) pensamento crítico.	(a) percepção/observação empática, (b) comunicação assertiva e (c) pensamento crítico.
Estratégias de ensino	Estratégias de ensino
<i>Brainstorming.</i>	<i>Brainstorming.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE C – Sustentação teórico-prática artefato 1

Com o objetivo de dar fundamentação teórica à primeira sugestão de artefato, foram contemplados os elementos obtidos nas etapas de identificação e conscientização do problema (etapas 1 e 2 da pesquisa). No Quadro 55, expõem-se os aspectos utilizados.

Quadro 55 – Sustentação teórica dos componentes internos do artefato sugerido 1

Componentes	Descrição	Fontes teóricas
Etapas projetuais	Etapas fundamentadas no DCU e no design para a BoP, de forma a realizar as subetapas projetuais: concepção (hipótese de problema); desenvolvimento (hipótese de solução); validação (hipótese de produto); e análise de implementação (hipótese de mercado).	-DCU em atividades projetuais frugais (Santiago <i>et al.</i> , 2019; Lecomte <i>et al.</i> , 2013; O'Neill <i>et al.</i> , 2012; Castillo <i>et al.</i> , 2012).
Práticas de mediação	-Trabalhar com discentes de diferentes áreas do conhecimento (a partir de 4º semestre), egressos, empreendedores e líderes sociais; -Desenvolver atividades em modalidade híbrida; -Realizar leituras e discussões de casos de estudo reais sobre soluções frugais corporativas, da BoP e universitárias; -Realizar dinâmicas educacionais com grupos pequenos; -Utilizar dinâmicas que promovam a comunicação respeitosa, aberta e interdisciplinar; -Escolher espaços que permitam a reflexão, a experimentação e o diálogo, assim como a interação com recursos digitais; -Estabelecer relações entre os aspectos teóricos da perspectiva frugal e as atividades do dia a dia dos estudantes.	-Atividades e estratégias para dinâmicas de educação em IF em universidades (O'Neill <i>et al.</i> , 2012; Molina e Cuevas, 2018; Woo e Hew, 2017; Masters, 2020, 2024; Arnab, 2020; Arnab <i>et al.</i> , 2021; Shah e Calonge, 2019; Clarke <i>et al.</i> , 2020); -Modalidade educacional bimodal (Bacich e Moran, 2018).
Aspectos teóricos	-O que é prototipar e tipos de prototipagem; -Diferenças entre necessidade e problema; -DCU; -Conceitos, critérios e casos de IF. -Desenvolvimento Sustentável e ODS; -Modelos de negócios sustentáveis que incluam aspectos da economia social/solidária, EC e interação com <i>stakeholders</i>; -Conceitos, etapas e casos de EF.	-Prototipagem (Brown, 2020); -Necessidade versus problema (Radjou e Prabhu, 2015); -IF, sob a ótica do DCU (Santiago <i>et al.</i> , 2019; Lecomte <i>et al.</i> , 2013; O'Neill <i>et al.</i> , 2012; Castillo <i>et al.</i> , 2012); -Conceitos, critérios, impacto e casos de estudos sobre IF (Weyrauch e Herstatt, 2017; Winkler <i>et al.</i> , 2020; Basu <i>et al.</i> , 2013; Tiwari e Herstatt, 2012b; Corsini <i>et al.</i> , 2020; Wohlfart <i>et al.</i> , 2016; Bhatti, 2012; Rao, 2013; Bhatti <i>et al.</i> , 2018; Radjou e Prabhu, 2015; Tiwari <i>et al.</i> , 2016, 2017; Levänen <i>et al.</i> , 2016; Rosca <i>et al.</i> , 2017; Gandenberger <i>et al.</i> , 2020; Gerybadze e Klein, 2020; Bas, 2020; Agarwal e Brem, 2017; Ahuja, 2014; <i>Fundo das Nações Unidas para a Infância</i> – UNICEF, 2020); -EF e seu impacto econômico, social e ambiental (Iqbal <i>et al.</i> , 2022; Ratten, 2017, 2019; Busch, 2021; Albert, 2019; Niroumand <i>et al.</i> , 2020; Hossain, 2017; 2022, 2021, 2020; Hossain e Sarkar, 2023; Hossain <i>et al.</i> , 2021; Hyvärinen <i>et al.</i> , 2016; Pisoni <i>et al.</i> , 2018; Moldan <i>et al.</i> , 2012; Molina-Maturano <i>et al.</i> , 2020; Prabhu e Jain, 2015; PNUD, 2022; Ibarra-Baidón, 2019);

(continua)

(conclusão)

Componentes	Descrição	Fontes teóricas
Aspectos teóricos		-EC e relação com a IF (Ezeudu <i>et al.</i> , 2022); -ODS e relação com a IF (Khan, 2016); -Stakeholders dos ecossistemas de inovação e empreendedorismo locais (Sharmelly e Ray, 2018; Brem <i>et al.</i> , 2020; Rossetto <i>et al.</i> , 2018).
ADF	-Jornada do Usuário; -Análise Funcional; -Análise de Tarefa; -Matriz de Frugalidade; - <i>Lean Canvas</i> Frugal.	-Instrumentos e abordagens projetuais com impacto sociocultural, ambiental e econômico (Kimbell e Julier, 2012; Stickdorn <i>et al.</i> , 2010; Vianna <i>et al.</i> , 2012; Pazmino, 2015; Holderfield, 2017; Osterwalder e Pigneur, 2011; Brown, 2020); -Ferramentas, métodos e abordagens para projetos frugais (Castillo <i>et al.</i> , 2012; Whitney e Kelkar, 2004; Wohlfart <i>et al.</i> , 2018; RELIF, 2023; Basu <i>et al.</i> , 2013; De Waal e Maritz, 2022; Upadhyay e Puneekar, 2023; Mattson e Wood, 2014).
Materiais/métodos didáticos e de pesquisa	<u>-Metodologias e práticas de ensino:</u> Pesquisa <i>Desk</i> , ABD, Estudo de Caso, <i>Brainstorming</i> e <i>Pitch</i> ; <u>-Recursos e materiais de apoio:</u> <i>slides</i> , <i>Google</i> ®, <i>Mentimeter</i> ®, <i>Zoom</i> ®, <i>WhatsApp</i> ®, <i>Podcast Onda Frugal</i> da RELIF no <i>Spotify</i> ®, imagens/recursos audiovisuais sobre a temática, computador, celular, roteiro de entrevista grupal e o que tiver disponível à mão; <u>-Evidências de aprendizagem:</u> infográficos, fotos, <i>slides</i> , desenhos e mapas mentais.	-Recursos de educação frugal (Masters, 2020, 2024; RELIF, 2023); -Recursos projetuais (Brown, 2020; Filatro e Cavalcanti, 2018); -Resultados de processos projetuais frugais (Castillo <i>et al.</i> , 2012). -Resultados de processo pedagógicos e projetuais frugais (Molina e Cuevas, 2018), -Resultados de processos de aprendizagem com enfoque frugal (O'Neill <i>et al.</i> , 2012; Molina e Cuevas, 2018; Woo e Hew, 2017; Masters, 2020). -Orientações para elaboração de entrevistas semiestruturadas (Manzini, 2003).

Fonte: Elaborado pela autora.

Além do conjunto de elementos teóricos descritos acima, a sugestão de artefato 1 contemplou informações empíricas coletadas na etapa 2 do estudo. Assim, a sustentação fática da primeira sugestão do *framework* foi fundamentada pelos dados presentes nas sínteses conclusivas do *survey* e das entrevistas semiestruturadas a docentes. Os extratos desses resultados que justificaram a inclusão dos elementos práticos da primeira sugestão são expostos no Quadro 56.

Quadro 56 – Sustentação prática dos componentes internos do artefato sugerido 1

Componentes	Descrição	Fontes práticas	Extratos dos resultados
Práticas de medicação.	-Trabalhar com discentes de diferentes áreas do conhecimento (a partir de 4º semestre), egressos, empreendedores e líderes sociais; -Desenvolver atividades em modalidade híbrida; -Realizar leituras e discussões de casos de estudo reais sobre soluções frugais corporativas, da BoP e universitárias; -Realizar dinâmicas educacionais com grupos pequenos; -Utilizar dinâmicas que promovam a comunicação respeitosa, aberta e interdisciplinar; -Escolher espaços que permitam a reflexão, a experimentação e o diálogo, assim como a interação com recursos digitais; -Estabelecer relações entre os aspectos teóricos da perspectiva frugal e as atividades do dia a dia dos estudantes.	Survey.	-“Combinação de leituras, palestras, discussões de casos reais em sala de aula”; -“Uso de espaços físicos que promovam a liberdade de movimento e a criatividade para instigar o pensamento inovador”; -“Organização de dinâmicas com grupos pequenos [...]”.
		Entrevistas com docentes.	-“Estudantes universitários vinculados a diferentes programas acadêmicos de graduação (a partir do 4º semestre) ou de especialização/mestrado (a partir do segundo semestre), e líderes comunitários [...]”; -“É recomendável que os estudantes tenham experiência laboral e habilidades em empatia, visão sistêmica, colaboração interdisciplinar e criatividade”. -“[...] transmitir cordialidade, empatia e sentido de pertencimento”; -“[...] Escolher espaços criativos que permitam a reflexão, o movimento, a experimentação, o diálogo e a colaboração, assim com a interação com recursos digitais e comunidades locais”; -“É recomendável trabalhar com grupos entre 15 e 30 pessoas [...]”.
Aspectos teóricos.	-O que é prototipar e tipos de prototipagem; -Diferenças entre necessidade e problema; -DCU; -Conceitos, critérios e casos de IF; -Desenvolvimento Sustentável, ODS; -Modelos de negócios sustentáveis que incluam aspectos da economia social/solidária, EC e interação com <i>stakeholders</i>; -Conceitos, etapas e casos de EF.	Survey.	-“Design com ênfase no User & Planet Centric Design”; -“Modelos de negócios que incluam aspectos da economia social/solidária e interação com stakeholders”; -“Empreendedorismo que promova o impacto econômico, social e ambiental”; -“Aspectos sociotécnicos e ambientais dos produtos, serviços e/ou sistemas: ciclo de vida do produto, EC [...]”.
		Entrevistas com docentes.	“ [...] DCU, DCC, ciclo de vida do produto, EC, Design Sistêmico, desenvolvimento sustentável, ODS, empreendedorismo social, processo de inovação, IS, desenvolvimento de projetos, modelos de negócios, DfS, alianças estratégicas, movimento maker, distribuição de última milha, empatia, etnografia, sociologia da cultura, decisões socioculturais, justiça socioambiental, políticas públicas locais [...]”.
ADF.	-Jornada do Usuário; -Análise Funcional; -Análise de Tarefa; -Matriz de Frugalidade; -<i>Lean Canvas</i> Frugal.	Entrevistas com docentes.	-“[...] Desafio Estratégico, 5 porquês, E se?, Análise Funcional, Análise de Tarefa, Jornada do Usuário, Mapa dos Stakeholders, Blueprint, Role-playing, Fabricação Aditiva (ou impressão 3D), Diagrama de Afinidades, Lean Canvas Frugal [...]”.

(continua)

(conclusão)

Componentes	Descrição	Fontes práticas	Extratos dos resultados
Materiais / métodos didáticos e de pesquisa.	- <u>Metodologias e práticas de ensino</u> : Pesquisa <i>Desk</i> , ABD, Estudo de Caso, <i>Brainstorming</i> e <i>Pitch</i> .	<i>Survey</i> .	-“[...] Estudo de Caso, ABE, ABD, <i>Pitch</i> [...]”.
		Entrevistas com docentes.	-[...] Pesquisa <i>Desk</i>, Estudo de Caso, ABE (grupos interdisciplinares), <i>Pitch</i>, <i>Brainstorming</i>, <i>Design Thinking</i>, HCD, ABD [...]”.
	- <u>Recursos e materiais de apoio</u> : Slides, <i>Google</i> ®, <i>Mentimeter</i> ®, <i>Zoom</i> ®, <i>WhatsApp</i> ®, <i>Podcast Onda Frugal</i> da RELIF no <i>Spotify</i> ®, imagens/recursos audiovisuais sobre a temática, computador, celular, roteiro de entrevista grupal e o que tiver disponível à mão.	Entrevistas com docentes.	-[...] <i>Mentimeter</i>®, <i>Moodle</i>®, <i>WhatsApp</i>®, <i>Zoom</i>®, <i>slides</i>, <i>Podcast Onda Frugal</i> no <i>Spotify</i>®, imagens impactantes, recursos audiovisuais sobre a temática, computador, celular e o que tiver disponível à mão [...]”.
	- <u>Evidências de aprendizagem</u> : infográficos, fotos, <i>slides</i> , desenhos e mapas mentais.	Entrevistas com docentes.	-“Fluxogramas, infográficos, fotos, <i>slides</i>, mapas mentais, desenhos [...]”.

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE D – Sustentação teórico-prática artefato 2

A sustentação teórico-prática da segunda sugestão de artefato aproveitou as informações dos conteúdos teóricos e empíricos presentes na etapa 1 e 2 da pesquisa, bem como as alterações sugeridas no Quadro 42, que permitiram representar melhor a forma de operacionalização da proposta visando atender ao objetivo da pesquisa.

Para atendimento da alteração 2 e do objetivo geral traçado, foram contempladas 4 etapas e 8 subetapas, fundamentadas no *Design Thinking*. De acordo com Brown (2020) e Mishra (2021), o *Design Thinking* consiste é uma abordagem capaz de complementar metodologias participativas, uma vez que permite assimilar a trajetória sociocultural dos usuários, incorporando suas percepções, habilidades e necessidades para criação de benefício coletivo.

Na educação, essa abordagem representa uma oportunidade para codesenhar atividades de aprendizagem que conjugam teoria e prática, considerando o aproveitamento estratégico de recursos disponíveis e as realidades dos envolvidos, por meio de 4 etapas principais: (i) compreender – entender a área de estudo com empatia; (ii) projetar – delimitar o desafio a resolver e identificar oportunidades; (iii) prototipar – propor potenciais soluções; e (iv) implementar – desenvolver um plano de validação e implementação da solução (Cavalcanti; Filatro, 2016). A utilização das etapas dessa abordagem no artefato também foi sustentada pelos depoimentos dos docentes entrevistados.

Em termos dos elementos teóricos que compõem a estrutura do artefato, foram incluídos aspectos sobre teoria crítica da tecnologia e teoria da construção social, considerando os trabalhos de Feenberg (2002, 2009, 2010) e Pinch e Bijker (1984) para atender à alteração 7 da sugestão de artefato 1. A identificação dessas informações foi dada por: (i) participação da pesquisadora na disciplina isolada “*Slow Design* - aplicação em projeto e inovação”, do Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica da UFMG (PPGIT/UFMG); (ii) estudos de Avelar e Romeiro (2022) e Avelar (2023); e (iii) dados coletados nas entrevistas semiestruturadas com docentes.

Especificamente, foram incluídos os seguintes preceitos teóricos de Feenberg (2010) e Pinch e Bijker (1984), sob a ótica do Design:

- **Teoria da construção social:** (i) entender os artefatos tecnológicos como instrumentos que são construídos e interpretados histórica e culturalmente; e (ii) valorizar os grupos sociais, suas interações e seu contexto sociocultural/político para compreender os significados dados aos artefatos; e

- **Teoria crítica da tecnologia:** (i) reconhecer a tecnologia como um resultado dos campos científico, técnico, cultural e político, que pode ser reformulada para ser mais democrática; (ii) conceber a tecnologia com mediadora e moldadora dos estilos de vida dos grupos sociais, os quais também mediam e moldam a tecnologia; e (iii) identificar a tecnologia como instrumento para mapeamento de desafios socioeconômicos e culturais associados à sociedade moderna.

Esses aspectos permitiram discutir em sala de aula dois questionamentos: por que apenas algumas soluções frugais têm sucesso, enquanto que outras não? e quais fatores estariam envolvidos nesse processo no contexto latino-americano?

No tocante às ADF utilizadas durante os *workshops*, foram agregadas 9 ferramentas – Desafio Estratégico, Mapa dos *Stakeholders*, Persona, E se?, *Blueprint*, *Roleplaying*, *How Might We?*, *Storyboard* e 5 porquês –. A primeira ferramenta foi aplicada para definir *a priori*, de forma criativa e colaborativa, demandas sociais/comunitárias presentes no dia a dia dos participantes do projeto social. A inclusão dessa ferramenta é justificada pelos postulados de Basu *et al.* (2013), Ernst *et al.* (2014), Nakata e Weidner (2012), Hall (2014), Hossain (2017), Annala *et al.* (2018) e Jagtap (2019), quem explicam que as soluções frugais devem surgir a partir de desafios reais vivenciados pelos indivíduos da BoP local. Os ODS foram também utilizados como referências para guiar a aplicação desse instrumento projetual. De acordo com Khan (2016), esses objetivos possuem forte relação com a IF e, quando trabalhados em conjunto, permitem analisar problemáticas locais e formar iniciativas empreendedoras direcionadas ao desenvolvimento sustentável.

Por sua vez, as ferramentas Mapa dos *Stakeholders*, Persona, E se?, *Blueprint*, *Roleplaying*, *Storyboard* e 5 porquês foram inseridas e aplicadas junto aos outros instrumentos pré-selecionados na sugestão de artefato 1, com o intuito de aprofundar em informações sociotécnicas e dar subsídios ao processo educacional durante um semestre. Particularmente, a ferramenta Matriz de Frugalidade foi substituída pelas Competências de IF, considerando os trabalhos de Basu *et al.* (2013) e Weyrauch e Herstatt (2017). A aplicação desse instrumento foi realizada junto à ferramenta *How Might We?* para agilizar o entendimento desses critérios e instigar a geração de sinônimos. Os referidos instrumentos foram identificados nas falas dos docentes entrevistados, nas disciplinas isoladas e no MOOC de IF.

A seguir, no Quadro 57 apresenta-se uma síntese da fundamentação teórica (obtida no andamento da pesquisa) e prática do total de ADF utilizadas na segunda sugestão de artefato 2.

Quadro 57 – Sustentação teórico-prática das ADF utilizadas na sugestão de artefato 2

ADF	Descrição	Fonte teórica	Fonte prática
Desafio Estratégico.	Ferramenta de design, também denominada “delimitação do problema”. Permite examinar o enquadramento que a equipe possui sobre um problema ou tópico a ser estudado, de forma a delimitar a necessidade, o usuário e os objetivos a serem alcançados.	-Kimbell e Julier (2012).	-Disciplina isolada <i>Design Thinking</i> para Gestão do Conhecimento; -Entrevistas com docentes.
Mapa dos Stakeholders.	Ferramenta de design (<i>Stakeholder Mapping</i> em inglês) que permite ter uma representação visual ou física dos diversos grupos ou públicos envolvidos em um produto ou serviço. Outorga clareza no panorama geral do projeto e como essas conexões podem ser eficazes para resolver o problema estudado.	-Stickdorn <i>et al.</i> (2010); -Upadhyay e Puneekar (2023).	-Disciplina isolada <i>Design Thinking</i> para Gestão do Conhecimento; -Entrevistas com docentes.
Persona.	Ferramenta de design que permite delimitar o arquétipo de usuário (persona ficcional). Representa as motivações, os comportamentos, as expectativas e as dores, reunindo aspectos significativos de um grupo de usuários abrangente.	-Vianna <i>et al.</i> (2012); -Castillo <i>et al.</i> (2012); -Mattson e Wood (2014).	-Disciplina isolada <i>Design Thinking</i> para Gestão do Conhecimento; -Entrevistas com docentes.
Jornada do Usuário.	Ferramenta de design que permite ter uma representação gráfica das etapas ou atividades-chave de relacionamento do usuário com um produto/serviço. Descreve os passos-chave percorridos antes, durante e após a sua aquisição e seu uso.	-Stickdorn <i>et al.</i> (2010); -Vianna <i>et al.</i> (2012); -Brown (2020); -Upadhyay e Puneekar (2023); -De Waal e Maritz (2022).	-Disciplina isolada <i>Slow Design</i> ; -Entrevistas com docentes.
E se?	Ferramenta de design que permite explorar a percepção do usuário no uso de um produto ou serviço em situações futuras em potencial.	-Stickdorn <i>et al.</i> (2010).	-Disciplina isolada <i>Slow Design</i> ; -Entrevistas com docentes.
Análise de Tarefa.	Ferramenta de design que permite observar a relação do usuário com determinado produto ou serviço durante seu uso, destacando pontos positivos ou negativos na sua interação.	-Pazmino (2015); -Castillo <i>et al.</i> (2012).	-Disciplina isolada <i>Slow Design</i> ; -Entrevistas com docentes.
Blueprint.	Ferramenta de design que representa visualmente, de forma esquemática, o sistema de interações que compõe a entrega de um produto ou serviço. Descreve os elementos visíveis e/ou físicos com os quais o usuário interage, suas ações e toda a interação com o empreendimento, desde as operações visíveis até aquelas que ocorrem na retaguarda.	-Stickdorn <i>et al.</i> (2010); -Kimbell e Julier (2012); -Vianna <i>et al.</i> (2012); -Brown (2020); -Castillo <i>et al.</i> (2012).	-Disciplina isolada <i>Slow Design</i> ; -Entrevistas com docentes.
Role-playing.	Ferramenta de design, também denominada como “Encenação”. Consiste em uma simulação improvisada de uma situação e permite entender a dinâmica e os elementos necessários para atender a dita realidade.	-Vianna <i>et al.</i> (2012); -Brown (2020); -Castillo <i>et al.</i> (2012).	-Entrevistas com docentes.
How Might We?	Método composto por uma corrente de perguntas que permite indagar em profundidade aspectos do problema ou desafio para avançar agilmente nos seguintes passos do processo de design.	-Holderfield (2017).	-Entrevistas com docentes.
Competências de IF.	Conjunto de critérios que permitem definir o valor frugal de um produto ou serviço.	-Basu <i>et al.</i> (2013); -Weyrauch e Herstatt (2017).	-Entrevistas com docentes; -MOOC de IF.
Storyboard.	Método que permite realizar uma representação visual de uma história, por meio de quadros estáticos, compostos por desenhos, colagens, fotografias, ou qualquer outra técnica disponível. Permite identificar aspectos em aberto no produto ou refinar o serviço.	-Kimbell e Julier (2012); -Vianna <i>et al.</i> (2012); -Brown (2020).	-Entrevistas com docentes.

(continua)

(conclusão)

ADF	Descrição	Fonte teórica	Fonte prática
5 porquês.	Corrente de perguntas para explorar em profundidade a experiência do usuário, com o intuito de identificar oportunidades de melhora na relação usuário e produto (serviço).	-Stickdorn <i>et al.</i> (2010).	-Disciplina isolada <i>Slow Design</i> ; -Entrevistas com docentes.
<i>Lean Canvas</i> Frugal	Ferramenta ágil que permite descrever o segmento do mercado, proposta de valor, vantagem frugal, solução proposta, parceiros-chave, métricas de <i>Objectives and Key Results</i> (OKRs) com ODS, canais de distribuição, estrutura de custos e fontes de receita.	-Osterwalder e Pigneur (2011); -RELIF (2023).	-MOOC de IF; -Entrevistas com docentes.

Fonte: Elaborado pela autora.

Além desses instrumentos projetuais, foram utilizadas Metodologias Ativas para educação e táticas didáticas para auxiliar no exercício de aplicação do *framework* em formato de disciplina/curso, assim como atender aos objetivos educacionais propostos. Ditos elementos estão contidos no conjunto de práticas de mediação. No Quadro 58, expõe a sustentação teórica e empírica de cada um desses elementos.

Quadro 58 – Sustentação teórico-prática das Metodologias Ativas para educação e táticas didáticas utilizadas na sugestão de artefato 2

ADF	Descrição	Fonte teórica	Fonte prática
Aula magistral.	Estratégia tradicional de ensino que visa a transferência de conhecimentos para oferecer uma visão teórica sobre um determinado assunto, antes de iniciar o processo educacional prático.	-Rocha e Freitas (2014).	-Entrevistas com docentes.
<i>Brainstorming</i> .	Estratégia que permite estimular a geração de ideais em um curto tempo. Promove a interação em grupo e fomenta a criatividade sem perder o foco.	-Vianna <i>et al.</i> (2012); -Brown (2020); -Upadhyay e Puneekar (2023).	-Disciplina isolada <i>Design Thinking</i> para Gestão do Conhecimento; -Entrevistas com docentes.
Estudo de Casos.	Estratégia ativa que proporciona aos estudantes a possibilidade de investigar aspectos científicos e sócio científicos de situações reais e/ou simuladas, com diferentes complexidades.	-Baldiçera e Machado (2020); -Woo e Hew (2017).	-Entrevistas com docentes.
ABE.	Metodologia Ativa (<i>Team Based Learning</i> em inglês) que consiste na divisão dos estudantes em equipes, para realizar determinadas tarefas e/ou projetos. Promove o senso crítico e habilidades interpessoais, capacidade de argumentar e tomar decisões em equipe.	-Baldiçera e Machado (2020).	-Entrevistas com docentes.
ABD.	Metodologia Ativa (<i>Problem Based Learning</i> em inglês) que tem como objetivo a resolução de problemas reais para que os estudantes aprendam a partir deles. Promove o senso crítico e contextualização do conhecimento.	-Baldiçera e Machado (2020); -Arnab <i>et al.</i> (2021).	-Entrevistas com docentes.
<i>Pitch</i> .	Técnica que incentiva a capacidade oratória e objetividade do estudante, perante uma oportunidade de apresentação rápida. Pode ser utilizada individual ou grupalmente, como forma de apresentação (digital ou presencial) de uma proposta final.	-Filatro e Cavalcanti (2018).	-MOOC de IF; -Entrevistas com docentes.
Visitas de campo e entrevistas.	Dinâmicas que permitem estimular o <i>networking</i> e incitar o estudante a sair dos limites das universidades para desenvolver visão de mundo.	-O'Neill <i>et al.</i> (2012); -Molina e Cuevas (2018); -De Waal e Maritz (2022).	-Entrevistas com docentes.

Fonte: Elaborado pela autora.

A sugestão de artefato 2 também contemplou competências educacionais, que surgiram a partir de dados anedóticos dos docentes entrevistados, cuja sustentação prática é descrita com detalhe no Quadro 38 (tópico 4.1.4.2). No tocante ao projeto social selecionado para complementar as atividades projetuais, foi considerado o Programa Incluir UFMG devido à experiência prévia da pesquisadora nesse espaço de extensão e ao apoio institucional por parte do coordenador desse projeto.

Ademais, foram adicionadas duas atividades: (i) palestra como uma pesquisadora convidada (atividade teórica introdutória); e (ii) avaliação final com uma banca externa (*Pitch final*). Essas dinâmicas foram validadas no *survey*, na premissa 5 – “Participação de professores externos em atividades lúdicas e avaliativas incentiva a educação de inovação e empreendedorismo frugais” –, e mencionadas nos depoimentos dos docentes como recursos didáticos para fomentar o engajamento dos estudantes. A seleção desses atores externos foi dada pelas conexões desses indivíduos com o LIDEP/UFMG, a RELIF e a REBRIF.

Por último, foi agregado um mural de *feedback* para a coavaliação da experiência educacional. O recurso avaliativo foi identificado pela pesquisadora, por meio da sua participação na disciplina isolada *Design Thinking* para Gestão do Conhecimento do PPGIT/UFMG. No estudo, a ferramenta permitiu incluir as perspectivas dos estudantes, bem como realizar ajustes no caminho. Essa dinâmica é sustentada por Huff *et al.* (2006), que explicam que as sugestões de artefato devem considerar, em sua elaboração, espaços para eventuais ajustes que venham a ser necessários, após a sua avaliação, em aspectos relacionados às condições do ambiente e do processo de implementação.

APÊNDICE E – Sustentação teórico-prática do artefato desenvolvido

Considerando o rigor metodológico proposto pela DSR e seguindo o mesmo processo empregado na sustentação teórico-prática das duas sugestões iniciais de artefatos, a seguir, no Quadro 59 é exposta a justificativa dos elementos que compuseram a proposta de *framework* e suportaram esta etapa da pesquisa.

Quadro 59 – Sustentação teórico-prática dos componentes do ambiente interno do artefato desenvolvido

Justificativas de alterações	Elementos práticos (extratos dos resultados da etapa 2 e 3 da pesquisa)	Elementos teóricos
Justificativa para realização de aulas em modalidade híbrida (síncrona e assíncrona), com destaque para atividades presenciais na operacionalização do artefato.	<u>Entrevistas com docentes:</u> -“Essa modalidade de educação foi indicada como adequada para manter a atenção dos estudantes e atender às demandas de discentes que trabalham [...]”; -“[...] possibilidade de atividades presenciais para socialização de resultados”. <u>Sugestão de artefato 1:</u> -“Realizar a aplicação do <i>framework</i>, em formato de disciplina/curso durante um semestre, em modalidade híbrida, mas priorizando as atividades presenciais, para instigar a participação ativa de estudantes universitários e indivíduos da BoP local vinculados a um projeto de extensão universitário”; -“Conhecer pessoalmente aos participantes antes de iniciar as atividades projetuais”.	- Modalidade educacional bimodal (Bacich e Moran, 2018).
Justificativa para aplicação do <i>Design Thinking</i> na trajetória do artefato.	<u>Entrevistas com docentes:</u> -“Nós utilizamos o <i>Design Thinking</i> como o caminho que traça as dinâmicas projetuais ao longo da matéria [...]” – U119D10. <u>Sugestão de artefato 1:</u> -“Realizar a aplicação do <i>framework</i>, em formato de disciplina/curso durante um semestre [...]”.	- <i>Design Thinking</i> (Cavalcanti e Filatro, 2016; Brown, 2020; Mishra, 2021; Wohlfart <i>et al.</i> , 2018; De Waal e Maritz, 2022).
Justificativa para inclusão de distinções entre IF, gambiarra e outras formas de inovação, assim como <i>mindset</i> frugal, processo de inovação, proposta de valor, teoria crítica da tecnologia, teoria da construção social e <i>codesign</i> em aspectos teóricos do artefato.	<u>Entrevistas com docentes:</u> -“[...] dois entrevistados apontaram que para realizar essa relação podem ser utilizadas duas metateorias, a saber como: teoria crítica da tecnologia e construtivismo social. De acordo com os respondentes, a contribuição delas, na forma particular que cada educador e pesquisador decida utilizá-las, é dada pela oportunidade de discutir aspectos referentes a relações de poder entre os designers e os atores envolvidos, assim como contemplar elementos históricos e culturais dos usuários para atingir os objetivos socioeconômicos democráticos da IF.”; -“Os entrevistados apontaram diversas temáticas nas quais se assentam a formação em IF e EF: <i>codesign</i>, DCU, ciclo de vida do produto, EC, Design Sistêmico, <i>codesign</i>, frugalidade, desenvolvimento sustentável, ODS, empreendedorismo social, processo de inovação, proposta de valor [...]”;	-Teoria crítica da tecnologia e teoria da construção social (Feenberg, 2010, 2009, 2002; Pinch e Bijker, 1984; Avelar e Romeiro, 2022; Avelar, 2023); -Mentalidade frugal (Michaelis <i>et al.</i>, 2020; Bianchi <i>et al.</i>, 2017; Soni e Krishnan, 2014; Lastovicka <i>et al.</i>, 1999; Witkowski, 2010); -Frugalidade/gambiarra (Bhatti e Ventresca, 2013; Henderson, 1979); -IF sob a ótica do DCU (Santiago <i>et al.</i>, 2019; Lecomte <i>et al.</i>, 2013; O’Neill <i>et al.</i>, 2012; Castillo <i>et al.</i>, 2012); -EC e IF (Ezeudu <i>et al.</i>, 2022); -Processo de inovação (Trott, 2011; Tidd e Bessant, 2015; OCDE, 2018); -Proposta de valor, BoP e IF (Granados e Prabhu, 2022);

(continua)

(continuação)

Justificativas de alterações	Elementos práticos (extratos dos resultados da etapa 2 e 3 da pesquisa)	Elementos teóricos
Justificativa para inclusão de distinções entre IF, gambiarra e outras formas de inovação, assim como <i>mindset</i> frugal, processo de inovação, proposta de valor, teoria crítica da tecnologia, teoria da construção social e <i>codesign</i> em aspectos teóricos do artefato.	<u>Entrevistas com docentes:</u> - [...] identificar as diferenças entre a IF e a gambiarra, e outros tipos de inovação que geram impacto social [...]" -“Para facilitar a transmissão do conceito da Inovação Frugal é importante criar fronteiras entre conceitos de diversos tipos de inovação que possuem relação com o enfoque frugal” (U235D2, tradução nossa). <u>Sugestão de artefato 1:</u> -“[...] A educação do enfoque frugal demanda de recursos teórico-práticos que instiguem uma mudança de mentalidade para derrubar o <i>status quo</i> sobre a forma de conceber inovação e empreendedorismo”; -“Incluir dinâmicas pedagógicas reflexivas, que fomentem temáticas de teoria crítica da tecnologia e teoria da construção social [...]"	-Distinções entre IF, IJ, IS (Radjou <i>et al.</i>, 2012; Edwards-Schachter e Wallace, 2017); -Codesign (Fransen <i>et al.</i>, 2023; Castillo <i>et al.</i>, 2012; Jagtap, 2021; Whitney e Kelkar, 2004; Wohlfart <i>et al.</i>, 2018; RELIF, 2023; Basu <i>et al.</i>, 2013; De Waal e Maritz, 2022; Upadhyay e Punekar, 2023; Mattson e Wood, 2014; Pisoni <i>et al.</i>, 2018); -Abordagens holísticas interdisciplinares para educação e projeto frugal (Zwarthoed, 2015; O'Neill <i>et al.</i>, 2012; Masters, 2020, 2024; <i>European Commission</i>, 2017a; Wohlfart <i>et al.</i>, 2018).
Justificativa para inclusão de mais ADF e combinação delas na operacionalização do artefato.	<u>Entrevistas com docentes:</u> -“Os respondentes elencaram os seguintes instrumentos de processo criativo: Persona, Mapa da Empatia, Desafio Estratégico, 5 porquês, E se?, Análise Funcional, Análise de Tarefa, Jornada do Usuário, Mapa dos Stakeholders, Blueprint, Role-playing, Fabricação Aditiva (ou impressão 3D), Diagrama de Afinidades, Lean Canvas Model, Business Model Navigator, Diagrama de Gantt, <i>How Might We?</i>, <i>Storytelling</i> – fundamentado em “o herói de mil faces” de Campbell (2007), Storyboard, LEGO® Serious Play®, entrevistas individuais/grupais, e imersão em campo.” <u>Sugestão de artefato 1:</u> -“[...] Juntar a ferramenta Jornada do Usuário e a ferramenta de Análise de Tarefa para apresentar as informações mais agilmente”; -“[...] Substituir a Matriz de Frugalidade, pela apresentação das Competências de IF, considerando os postulados de Basu <i>et al.</i> (2013) e Weyrauch e Herstatt (2017)”.	-Instrumentos e abordagens projetuais com impacto sociocultural, ambiental e econômico (Kimbell e Julier, 2012; Stickdorn <i>et al.</i>, 2010; Vianna <i>et al.</i>, 2012; Pazmino, 2015; Holderfield, 2017; Osterwalder e Pigneur, 2011; Brown, 2020); -Ferramentas, métodos e abordagens para projetos frugais (Castillo <i>et al.</i>, 2012; Whitney e Kelkar, 2004; Wohlfart <i>et al.</i>, 2018; RELIF, 2023; Basu <i>et al.</i>, 2013; De Waal e Maritz, 2022; Upadhyay e Punekar, 2023; Mattson e Wood, 2014).
Justificativa para inclusão de práticas de mediação, relacionadas à identificação do perfil do estudante, forma de assimilação de conceitos técnicos sobre IF, EF e <i>codesign</i> , bem como formação de equipes heterogêneas (fundamentado na <i>Teamology</i>), estabelecimento de códigos de trabalho projetual para interação com comunidade local, docentes externos e <i>codesign</i> educacional durante a operacionalização do artefato.	<u>Survey:</u> -“Participação de professores externos em atividades lúdicas e avaliativas [...]" -“Visitas e desenvolvimento de projetos com comunidades locais [...]"; -“Combinar e reutilizar de forma interdisciplinar e inovadora diferentes ideias, técnicas, materiais e tecnologias, para reduzir custos e agilizar processos educacionais”; -“Realizar ciclos contínuos de aprendizagem para refinar e fazer evoluir a proposta educacional, sob a perspectiva dos participantes”; -“Projetar dinâmicas educacionais flexíveis e adaptáveis às contingências”.	-Atividades e estratégias para dinâmicas de educação em IF em universidades (O'Neill <i>et al.</i>, 2012; Molina e Cuevas, 2018; Woo e Hew, 2017; Masters, 2020, 2024; Arnab, 2020; Arnab <i>et al.</i>, 2021; Shah e Calonge, 2019; Clarke <i>et al.</i>, 2020; <i>European Commission</i>, 2017a; Wohlfart <i>et al.</i>, 2018); -Atividades de pensamento lateral para inovação (De Bono, 2002);

(continua)

(continuação)

Justificativas de alterações	Elementos práticos (extratos dos resultados da etapa 2 e 3 da pesquisa)	Elementos teóricos
Justificativa para inclusão de práticas de mediação, relacionadas à identificação do perfil do estudante, forma de assimilação de conceitos técnicos sobre IF, EF e <i>codesign</i> , bem como formação de equipes heterogêneas (fundamentado na <i>Teamology</i>), estabelecimento de códigos de trabalho projetual para interação com comunidade local, docentes externos e <i>codesign</i> educacional durante a operacionalização do artefato.	<u>Entrevistas com docentes:</u> - “[...] o perfil do discente em IF e EF deve ser delimitado por estudantes universitários vinculados a diferentes programas acadêmicos de graduação (a partir do 4º semestre) [...]”; - “[...] a identificação de habilidades e conhecimentos prévios dos estudantes é concebida pelos entrevistados como uma dinâmica que favorece a educação em IF e EF”; - “[...] dinâmicas de reflexão, fundamentadas no pensamento lateral para identificar e analisar problemáticas locais, sob uma perspectiva crítica de justiça e inclusão”; - “[...] imersão em campo, para escutar e interagir com os usuários que vivenciam o problema”; - “Ter em sala de aula a participação de empreendedores frugais e docentes externos com experiência em IF e EF foi considerado por quatro entrevistados como um apoio essencial, a fim de favorecer a troca de vivências com os estudantes, fomentar uma aprendizagem interdisciplinar e colaborar com o trabalho do professor regente”; - “[...] Storytelling – fundamentado em “o herói de mil faces” de Campbell (2007) –”; - “[...] a Teamology permite conformar interdisciplinares de alto desempenho, é uma forma de organizar os estudantes considerando suas habilidades e experiências” (U128D12, tradução nossa); - “De modo geral, os respondentes apontam algumas alternativas que podem ser utilizadas em sala de aula para aplicação dessas estratégias, de forma a viabilizar uma aprendizagem assertiva dos estudantes, sendo elas: (i) uso de materiais de interesse do estudante; (ii) explicação clara e objetiva do trabalho e das formas de avaliação que serão realizadas; (iii) envolver os estudantes na organização das atividades; (iv) sentá-los em formato de “U” para discussões; e (v) adotar reforçadores positivos (como elogios)”. <u>Sugestão de artefato 1:</u> - “Incluir a participação de usuários da IF e do EF durante o processo projetual, por meio de trabalho conjunto com discentes universitários e membros de um projeto social”; - “Conhecer pessoalmente aos participantes antes de iniciar as atividades projetuais”; - “Compartilhar um documento que apresente de forma contextualizada e sintética os ODS”; - “Cocriar uma lista de sinônimos junto aos estudantes”; - “Desenvolver um glossário colaborativo”.	- Atividades e estratégias para projetos frugais (Castillo <i>et al.</i>, 2012; Brem <i>et al.</i>, 2020; Pedroso <i>et al.</i>, 2023); - Teoria de formação de equipes (Wilde, 2009); - Metáforas com Storytelling (Campbell, 2007).
Justificativa para inclusão de métodos/materiais de ensino, relacionados à aplicação de recursos (digitais, físicos e de pesquisa) e alternativas de evidências de aprendizagem na estrutura do artefato.	<u>Entrevistas com docentes:</u> - “[...] possuir um conjunto diversificado de alternativas de evidências de aprendizagem é importante para construir atividades dinâmicas, além incentivar o desenvolvimento de várias competências”;	- Recursos de educação frugal (Masters, 2020, 2024; RELIF, 2023); - Recursos projetuais (Brown, 2020); - Resultados de processos projetuais frugais (Castillo <i>et al.</i>, 2012); - Resultados de processo pedagógicos e projetuais frugais (Molina e Cuevas, 2018);

(continua)

(conclusão)

Justificativas de alterações	Elementos práticos (extratos dos resultados da etapa 2 e 3 da pesquisa)	Elementos teóricos
Justificativa para inclusão de métodos/materiais de ensino, relacionados à aplicação de recursos (digitais, físicos e de pesquisa) e alternativas de evidências de aprendizagem na estrutura do artefato.	–“Como recursos para medição do processo de aprendizagem, os docentes indicaram os seguintes: resenhas acadêmicas, ensaios sobre a experiência educativa, planos de negócios, diagramas, infográficos, vídeos, áudios, fotos, mapas mentais, encenação, desenhos, slides de seminários realizados em eventos locais, protótipos, manuais técnicos e do usuário, e projetos teórico-práticos para fins de conclusão da disciplina”; –“[...] Zoom®, Canvas®, Teams®, Mentimeter®, Moodle®, Miro®, Genially® e WhatsApp®”; –“Além desses recursos virtuais, os entrevistados sugeriram o uso de recursos de apoio disponibilizados pela RELIF em diferentes plataformas virtuais, tais como: (i) EDx – MOOC “<i>Innovación Frugal – soluciones sostenibles con los recursos a tu alcance</i>”; (ii) Spotify® – Podcast Onda Frugal; e (iii) site oficial da rede – material de leitura”; –“O uso de recursos tecnológicos e físicos, como vídeos, áudios, sites educativos e aplicativos, quadros, pincéis, canetas, post-its, mesas com risque-rabique, folhas em branco, telas, impressoras 3D, rubricas de trabalho, caderno de projeto, quadrinhos, charges, computador, celular, artigos acadêmicos/não acadêmicos, blogs, livros, e o que tiver disponível no ambiente de aula, foram apontados pelos entrevistados como recursos aliados ao fomento de educação”; –“[...] para o processo de criação frugal é importante criar um ambiente divertido e agradável [...], improvisar iluminação, colocar música e ter uma novidade” (U21D14); –“No final da matéria, é aplicado um questionário no Google Forms®, e são analisadas as anotações dos estudantes no caderno de projetos, para conhecer sua perspectiva em cada exercício realizado” (U37D7, tradução nossa).	-Resultados de processos de aprendizagem com enfoque frugal (O’Neill <i>et al.</i>, 2012, Molina e Cuevas, 2018, Woo e Hew, 2017; Masters, 2020); -Orientações para elaboração de entrevistas semiestruturadas (Manzini, 2003).
Justificativa para inclusão de competências educacionais no processo projetual proposto no artefato.	<u>Entrevistas com docentes:</u> –“Concepções sobre competências específicas no processo de educação em IF e EF [...] Percepção/observação empatia, comunicação assertiva, pensamento crítico por meio da análise de problemáticas contemporâneas, construção de relações interdisciplinares, visão sistemática para desenho de sistemas, componentes ou processos, criatividade, recursividade, tomada decisões em contextos com restrições, resolução de desafios e dilemas éticos/políticos contemporâneos, e uso de TICs”; –“Objetivos educacionais de síntese e apropriação do tema”; –“Objetivos educacionais que integrem aspectos do cenário geográfico, econômico, político, social e ambiental local, por meio de um processo de ‘aprender fazendo’”; –“Objetivos educacionais que priorizem a apropriação de conceitos, critérios, tipos de IF e usuários beneficiados, sob uma abordagem pedagógica contextualizada”. <u>Sugestão de artefato 1:</u> –“[...] sugerisse a inclusão de competências de aprendizagem para formalizar as habilidades adquiridas pelos estudantes durante a operacionalização do framework”.	-Competências educacionais em IF na educação universitária (Lockridge, 2019; Molina e Cuevas, 2018); -Perfil empreendedor frugal (Michaelis <i>et al.</i>, 2020; Bianchi <i>et al.</i>, 2017; Soni e Krishnan, 2014; Lastovicka <i>et al.</i>, 1999; Witkowski, 2010; Hossain 2022, 2020, 2021ab; Hossain <i>et al.</i>, 2021; RELIF, 2020, 2023).

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

Conforme visto no Quadro 59, a proposta de artefato aproveitou inteiramente as informações descritas na sugestão de artefato 2 e nas anteriores etapas da pesquisa. Além desses elementos, outros recursos não mapeados no estudo, foram utilizados durante a operacionalização do *framework*, quais sejam: papel kraft, tesoura, fita adesiva, odorizante de ambiente, biscoitos, doces, café, cartazes chamativos, glossário colaborativo e plataforma *Classroomscreen*®. A justificativa de uso desses recursos físicos e digitais foi dada pela participação prévia da pesquisadora em *workshops* de *habitats* de inovação internacionais. Na experiência educacional proposta, os elementos contribuíram na criação de um ambiente dinâmico, dialógico e divertido.

APÊNDICE F – Sustentação teórico-prática do artefato final

Seguindo os preceitos da DSR, no Quadro 60, apresenta-se a sustentação teórica e prática dos elementos que compõem o *framework* final, desenvolvido e estabelecido para atender ao objetivo geral desta pesquisa.

Quadro 60 – Sustentação prática e teórica do artefato final

Justificativas de alterações	Elementos práticos (extratos dos resultados das entrevistas com estudantes da UFMG)	Elementos teóricos
Justificativa para realização de dois ciclos na operacionalização do artefato.	<u>Entrevistas com estudantes UFMG:</u> – “[...] melhorias no processo de apropriação das ADF junto aos discentes, sendo necessário um exercício <i>a priori</i>, orientado por estratégias pedagógicas de mediação, para atender ao critério de adequação à linguagem de todos os sujeitos que conformam o grupo de estudo”; – “[...] é necessário ter mais tempo para socializar as ferramentas projetuais, bem como interagir com os participantes do grupo, de forma a entregar resultados mais efetivos e relacionados aos estilos de vida dos estudantes do projeto social”; – “[...] dar prioridade às aulas práticas no Programa Incluir UFMG, para ter mais espaço de integração e alinhamento de ideias, objetivos e expectativas. Nesse sentido, os estudantes recomendaram incrementar o número de encontros para as atividades projetuais aos sábados”; – “Em relação às ADF utilizadas durante o processo projetual, os estudantes mencionaram ter tido dificuldades na sua aplicação devido às diferenças metacognitivas e socioculturais dos participantes [...]. Na perspectiva desses participantes, ter a opção de realizar uma modulação conjunta dessas ferramentas, antes de iniciar o processo projetual, permitiria adequá-las aos seus conhecimentos, de forma que o acompanhamento do percurso metodológico seja mais ativo”; – “[...] a efetividade total do <i>framework</i> proposto, só pode ser obtida por meio de uma etapa pedagógica introdutória que permita a contextualização das ADF, a partir das estratégias de educação frugal estabelecidas no exercício metodológico, para, num segundo momento, realizar a sua aplicação prática no processo projetual.”	-Fases da PHC (Saviani, 2011; Gasparin, 2012).
Justificativa para inclusão e categorização de práticas de mediação (gerais e específicas) na operacionalização do artefato.	– “[...] identificou-se que o exercício de educação de IF e EF demanda o uso de um conjunto de elementos físicos e didáticos para incentivar o processo projetual. Dentre os principais elementos têm-se: (i) espaço para movimento do corpo; (ii) boa iluminação; (iii) mesas grandes; (iv) recursos audiovisuais que representem casos de estudo reais de soluções frugais na indústria, na BoP e em IES; (v) materiais de desenho e engajamento criativo; e (vi) slogans educacionais e reforçadores positivos verbais durante o processo”; – “Em termos da quantidade de estudantes para práticas introdutórias em IF e EF, os resultados apontaram como ideal a conformação de grupos pequenos. Essa opção foi observada como favorável para equipes de trabalho que não têm ampla experiência junto a pessoas da BoP local, de modo a fomentar um processo projetual assertivo e compatível aos seus perfis”;	-Atividades e estratégias para dinâmicas de educação em IF em universidades (O’Neill <i>et al.</i>, 2012; Molina e Cuevas, 2018; Woo e Hew, 2017; Masters, 2020, 2024; Arnab, 2020; Arnab <i>et al.</i>, 2021; Shah e Calonge, 2019; Clarke <i>et al.</i>, 2020; <i>European Commission</i>, 2017a; Wohlfart <i>et al.</i>, 2018); -Atividades de pensamento lateral para inovação (De Bono, 2002); -Atividades e estratégias para projetos frugais (Castillo <i>et al.</i>, 2012; Brem <i>et al.</i>, 2020; Pedroso <i>et al.</i>, 2023).

(continua)

(continuação)

Justificativas de alterações	Elementos práticos (extratos dos resultados das entrevistas com estudantes da UFMG)	Elementos teóricos
Justificativa para inclusão e categorização de práticas de mediação (gerais e específicas) na operacionalização do artefato.	- “[...] identificou-se a necessidade de realizar ajustes nos critérios que definem o tipo de estudante do projeto social, para contar com a participação de líderes comunitários ou de representantes de associações locais”; - “[...] foram sinalizados ajustes no número de encontros com os indivíduos do projeto social, sendo desejável a realização de um exercício educacional conjunto, com participação de todos os alunos, desde o início, para ter mais espaço de integração e alinhamento de ideias, objetivos e expectativas, bem como responder a contingências que possam emergir”; - “[...] é importante considerar que, nem todas às vezes, contamos com a estrutura ideal para realização dessas atividades. Nesse cenário, os participantes e o professor podem colocar em prática a frugalidade [...]. Essas iniciativas foram identificadas como positivas pelos estudantes, demonstrando a efetividade dos princípios de Masters (2024)”; - “[...] foram mencionados ajustes específicos, a saber – (i) modificar a forma de identificação da problemática de estudo; (ii) modificar o perfil dos participantes do projeto social; (iii) alocar em outras etapas as dinâmicas de entrevistas e fase de prototipagem; (iv) substituir as resenhas acadêmicas por imagens e narrativas que representam histórias dos alunos [...]”; - “Para resolver essa situação e contextualizar o conhecimento, foram realizadas diversas atividades, a saber: (i) tradução de termos de inglês para o português; (ii) construção de um glossário, a partir dos termos que os participantes informaram não entender; (iii) geração de sinônimos dos termos técnicos, para refletir à realidade dos estudantes; (iv) apresentação de exemplos de aplicação das ferramentas projetais; e (vi) aplicação de um mural de socialização, para entender o que os participantes estavam curtindo e não curtindo no experimento. Essas atividades permitiram configurar e adequar as ferramentas utilizadas durante o processo para atender aos diversos saberes dos estudantes”; - “O que se observou, pelas entrevistas, é que o codesign é uma via oportuna para atender aos distintos perfis dos estudantes, bem como promover o autoconhecimento, o empoderamento e a inclusão dos envolvidos como agentes de geração de valor frugal no âmbito universitário”; - “[...] a pesquisadora [...] utilizou blusas com a palavra frugal e decorou os nomes de todos os participantes para incentivar o senso de compromisso e pertencimento no grupo”.	- Atividades e estratégias para dinâmicas de educação em IF em universidades (O’Neill <i>et al.</i>, 2012; Molina e Cuevas, 2018; Woo e Hew, 2017; Masters, 2020, 2024; Arnab, 2020; Arnab <i>et al.</i>, 2021; Shah e Calonge, 2019; Clarke <i>et al.</i>, 2020; <i>European Commission</i>, 2017a; Wohlfart <i>et al.</i>, 2018); - Atividades de pensamento lateral para inovação (De Bono, 2002); - Atividades e estratégias para projetos frugais (Castillo <i>et al.</i>, 2012; Brem <i>et al.</i>, 2020; Pedroso <i>et al.</i>, 2023).
Justificativa de mudanças nas ADF <i>Blueprint</i> e <i>Role-playing</i> para operacionalização do artefato.	- “No que diz respeito às atividades e instrumentos projetuais que menos gostaram, os estudantes elencaram as seguintes: (i) entrevistas com usuários; (ii) Role-playing; (iii) resenhas acadêmicas; e (iv) Blueprint”; - “[...] substituir a ferramenta Role-playing por material audiovisual que exemplifique e compare formas de interagir com pessoas de diversos âmbitos socioculturais em atividades de indagação [...]	- Design Social (Kimbell e Julier, 2012).

(continua)

(conclusão)

Justificativas de alterações	Elementos práticos (extratos dos resultados das entrevistas com estudantes da UFMG)	Elementos teóricos
Justificativa de mudanças nas ADF <i>Blueprint</i> e <i>Role-playing</i> para operacionalização do artefato.	-“[...] retirar a ferramenta <i>Blueprint</i> , pois foi observada como não adequada para exercícios projetuais frugais introdutórios [...].	
Justificativa para inclusão de uma “Caixa Frugal” no conjunto de materiais/métodos didáticos e de pesquisa da estrutura do artefato.	-“[...] a pesquisadora construiu uma caixa com recursos pedagógicos, a partir de materiais reutilizados e disponibilizados pelos estudantes, composta por frases alusivas ao processo criativo ”.	- Enfoque frugal em dinâmicas de ensino (Arnab, 2020; Arnab <i>et al.</i> , 2021; Masters, 2020, 2024).
Justificativa para mudanças nas alternativas de evidências de aprendizagem.	-“Quanto às resenhas acadêmicas, 3 estudantes entrevistadas indicaram como desafiadora essa atividade [...]”; -“[...] as resenhas acadêmicas podem ser substituídas pelas imagens e narrativas que representam histórias socioculturais para fomentar o engajamento dos estudantes.”	- Design Social (Kimbell e Julier, 2012).
Justificativa para ajustes na descrição das competências e inclusão de IE, para avaliação do processo de aprendizagem durante a operacionalização do artefato.	-“Os resultados confirmaram a capacidade do framework em promover competências, referentes a: percepção e observação empática, comunicação assertiva, recursividade, criatividade, pensamento crítico, construção de relações interdisciplinares e visão sistêmica. O uso de TICs foi a competência menos mencionada pelos estudantes ”; -“[...] foi mencionada a necessidade de ajuste em uma das competências pautadas nos objetivos de aprendizagem – competência (j) ‘Uso de TICs’ –, pois o experimento evidenciou que é mais adequada para atividades em modalidade híbrida ou virtual ”; -“Em relação aos principais benefícios que os discentes observaram da sua participação no experimento, foram elencados os seguintes: (i) ampliar a perspectiva sociocultural ; (ii) interagir com pessoas de diferentes idades, formações, motivações e realidades ; (iii) se comunicar empática e assertivamente ; e (iv) colocar em práticas conceitos teóricos vistos em aula ”.	- Competências educacionais em IF na educação universitária (Lockridge, 2019; Molina e Cuevas, 2018); - Perfil empreendedor frugal (Michaelis <i>et al.</i> , 2020; Bianchi <i>et al.</i> , 2017; Soni e Krishnan, 2014; Lastovicka <i>et al.</i> , 1999; Witkowski, 2010; Hossain 2022, 2020, 2021ab; Hossain <i>et al.</i> , 2021; RELIF, 2020, 2023); - Competências universitárias (ABET, 2021).

Fonte: Elaborado a partir dos achados.

APÊNDICE G – Roteiro do *survey* (versão português)

Design de inovação e empreendedorismo frugais em ambientes universitários - 10 mins

Prezado(a),

Você foi convidado(a) para participar desta pesquisa por ser um(a) representante da Inovação Frugal na sua instituição/empreendimento.

O objetivo do questionário é conhecer sua opinião sobre ações e aspectos teóricos que podem ser utilizados para apropriação da inovação e empreendedorismo frugais em ambientes universitários.

O preenchimento do questionário é estimado em aproximadamente 10 minutos.

O instrumento estará disponível até o dia 30 de janeiro de 2023. A participação na pesquisa é inteiramente voluntária. Caso decida que não queira participar, basta interromper o questionário e fechar a página, nenhuma resposta não enviada será salva.

Nesses termos, os pesquisadores responsáveis pelo estudo garantem e se comprometem com o sigilo dos dados obtidos neste questionário, que serão utilizados exclusivamente para fins da pesquisa, publicações científicas e atividades acadêmicas da RELIF, não sendo divulgados ou empregados em nenhum outro veículo de comunicação ou usados com outra finalidade. Você poderá desistir de participar da pesquisa e retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos, seguindo as determinações da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD - Lei 13.709/18).

Colocamo-nos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas.

Desde já, agradecemos sua contribuição!

Stephanie Torres Reyes (steph.torres.reyes@gmail.com) / 31 (9) 8233 9687
Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica (PPGIT) – UFMG

Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa
Coordenador da Pesquisa – UFMG

Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho
Coorientador da Pesquisa – UFMG

1. Você confirma que leu e entendeu as informações acima referentes ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e concorda em responder voluntariamente a este questionário:*

- () Concordo.
 () Não concordo.

Perfil do respondente

Nesta seção, são apresentadas questões para identificar o perfil do participante.

2. Marque a opção que representa seu maior grau de formação (marque apenas uma opção):*

- () Graduação.
 () Especialização.
 () Mestrado.
 () Doutorado.

3. Sua formação acadêmica está concentrada em qual(is) área(s)?*

- ☐ Arte e Design.
- ☐ Ciências Biológicas.
- ☐ Ciências Agrárias.
- ☐ Ciências da Saúde.
- ☐ Ciências Sociais Aplicadas.
- ☐ Ciências Humanas.
- ☐ Engenharias.
- ☐ Ciências Exatas e da Terra.
- ☐ Outra: _____.

4. Em qual tipo de instituição você atua?*

- ☐ Universidade pública.
- ☐ Universidade privada.
- ☐ Instituição de ensino profissional e tecnológico público.
- ☐ Instituição de ensino profissional e tecnológico privado.
- ☐ Empresa privada.
- ☐ Empresa pública.
- ☐ Empresa mista.
- ☐ Centro de pesquisa e desenvolvimento.
- ☐ Fundação.
- ☐ Organização não governamental (ONG).
- ☐ Incubadora de negócios.
- ☐ Aceleradora de negócios.
- ☐ Centro empresarial.
- ☐ Hub de inovação.
- ☐ *Fab lab*.
- ☐ Outra: _____.

5. País/Cidade: _____

Aspectos teóricos para difusão de inovação e empreendedorismo frugais

Nesta seção, são apresentadas questões sobre aspectos teóricos que contribuem na disseminação de inovação e empreendedorismo frugais.

6. Sob a perspectiva do Design, quais dos seguintes aspectos teóricos possuem relação com inovação e empreendedorismo frugais (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Design Centrado no Usuário (necessidades humanas).
- ☐ Design Sistêmico (necessidades sociotécnicas e ambientais).
- ☐ Design Modular (reutilização/substituição de componentes do produto).

7. Sob a perspectiva de Negócios, quais dos seguintes aspectos teóricos possuem relação com inovação e empreendedorismo frugais (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Teoria da gestão organizacional (planejamento).
- ☐ Teoria dos *stakeholders* (interação com diversos parceiros).
- ☐ Economia social e solidária (redes colaborativas).
- ☐ Modelos de negócios (captura e criação de valor).

8. Sob a perspectiva do Empreendedorismo, quais dos seguintes aspectos teóricos possuem relação com

inovação e empreendedorismo frugais (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Bricolagem empreendedora (combinação criativa e improvisada de recursos).
- ☐ Movimento *maker* (*do it yourself*).
- ☐ Empreendedorismo social.
- ☐ Empreendedorismo sustentável (*triple bottom line*).

9. Sob a perspectiva da Engenharia, quais das seguintes abordagens teóricas possuem relação com inovação e empreendedorismo frugais (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Ergonomia (adaptações às condições de trabalho).
- ☐ Ciclo de vida do produto (economia circular).
- ☐ Logística e operações humanitárias (engenharia humanitária).

10. Sob a perspectiva da Psicologia, quais dos seguintes aspectos teóricos possuem relação com inovação e empreendedorismo frugais (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Teoria da identidade (traços comportamentais).
- ☐ Teoria social cognitiva (aprendizagem social).
- ☐ Teoria do prospecto (decisões socioculturais).

11. Sob a perspectiva da Antropologia, quais dos seguintes aspectos teóricos possuem relação com inovação e empreendedorismo frugais (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Etnografia (cultura e comportamentos sociais).
- ☐ Sociologia da cultura (crenças, valores, costumes e normas sociais).

12. Sob a perspectiva da Política, quais dos seguintes aspectos teóricos possuem relação com inovação e empreendedorismo frugais (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Coprodução institucional (participação cidadã na gestão pública).
- ☐ Política de ciência e tecnologia (regulamentações e estímulos à inovação).

13. Indique as principais atividades realizadas por você para difundir o valor frugal (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Atividades de ensino em graduação.
- ☐ Atividades de ensino em pós-graduação.
- ☐ Atividades de extensão universitária.
- ☐ Atividades de pesquisa.
- ☐ Atividades com a indústria.
- ☐ Atividades com o governo.
- ☐ Atividades de *networking*.
- ☐ Outra:_____.

14. Indique o cargo que você ocupa na instituição onde tem realizado as atividades para difusão o valor frugal (marque apenas o cargo mais representativo):*

- ☐ Diretor. (passa questão 15)
- ☐ Gestor. (passa a questão 15)
- ☐ Gerente. (passa a questão 15)
- ☐ Coordenador / Líder. (passa a questão 15)
- ☐ Docente. (passa a questão 20)
- ☐ Pesquisador. (passa a questão 15)
- ☐ Estudante. (passa a questão 15)

Estratégias para empreender com enfoque frugal

Nesta seção, são apresentadas questões sobre atividades identificadas na literatura que podem ser utilizadas para empreender com enfoque frugal.

15. Na fase de ideação, indique quais das seguintes ações podem ser consideradas para empreender com enfoque frugal (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Conversas com especialistas na temática.
- ☐ Aplicação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).
- ☐ Mapeamento do estado da arte e do estado da técnica (prospecção tecnológica).
- ☐ Entrevistas/observações com potenciais usuários para entender suas necessidades socioemocionais.

16. Na fase de desenvolvimento, indique quais das seguintes ações podem ser consideradas para empreender com enfoque frugal (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Combinação/reaproveitamento de materiais e processos locais.
- ☐ Gestão de resíduos e processos de produção ecoeficientes.
- ☐ Cumprimento de obrigações legais locais (de qualidade e segurança).
- ☐ Eliminação de fatores da cadeia de valor que aumentam o preço final.
- ☐ Utilização de laboratórios, fábricas e/ou espaços de co-working locais.
- ☐ Utilização de mão de obra local (especialmente mulheres e jovens aprendizes).
- ☐ Estabelecimento de parcerias com atores institucionais.

17. Na fase de difusão, indique quais das seguintes ações podem ser consideradas para empreender com enfoque frugal (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Uso de redes de distribuição local (última milha).
- ☐ Estabelecimento de acordos de cooperação internacional.
- ☐ Criação de narrativas de marketing relacionadas com as necessidades socioemocionais dos consumidores.
- ☐ Criação de atividades culturais/educativas que estimulem os usuários a experimentar os benefícios da solução.

18. Na fase de captura de valor, indique quais das seguintes ações podem ser consideradas para empreender com enfoque frugal (marque quantas opções forem necessárias):*

- ☐ Observações/entrevistas com usuários sobre o uso da solução em espaços sociais.
- ☐ Criação de canais de comunicação para intercâmbio de experiências.
- ☐ Investigação científica sobre o trabalho técnico social realizado junto aos usuários.

19. Gostaria de indicar outra(s) atividade(s) para empreender com enfoque frugal? _____

Metodologias Ativas para educação de inovação e empreendedorismo frugais

Nesta seção, são apresentadas questões sobre Metodologias Ativas e recursos digitais que podem ser utilizados para educação de inovação e empreendedorismo frugais.

20. Em relação a sua experiência docente, indique quais das seguintes Metodologias Ativas podem ser consideradas referências para educação de inovação e empreendedorismo frugais (marque quantas opções forem necessárias):

- ☐ Estudo de Caso.

- () Aprendizagem Baseada em Problemas.
- () Aprendizagem Baseada em Projetos.
- () Aprendizagem Baseada em Equipes.
- () Aprendizagem Baseada em Jogos.
- () Aprendizagem Baseado na Metodologia da Problemática (*Inquiry-based Learning*).
- () *Design Thinking*.
- () Aula Invertida.
- () *Elevator Pitch*.
- () Outra: _____.

21. Na sua opinião, quais das seguintes atividades devem ser realizadas para implementar com sucesso as Metodologias Ativas (marque quantas opções forem necessárias):*

- () Observação e registro sistemático da participação dos estudantes.
- () Diálogo constante com os estudantes por meio de perguntas sugestivas.
- () Indicação de material e dicas de estudo prévio da temática.
- () Orientação clara das etapas/critérios de avaliação (antes e durante as atividades).
- () Retroalimentação das atividades realizadas.
- () Combinação de atividades individuais e grupais.
- () Combinação de atividades presenciais e virtuais.
- () Protagonismo do estudante como coordenador/avaliador das atividades.

22. Você utiliza plataformas digitais nas suas atividades de ensino?*

- () Sim.
- () Não.

23. Caso tenha marcado "sim" na questão anterior, indique qual(is) recurso(s) digital(is) utiliza: _____

Estratégias para educação do valor frugal

Em relação às boas práticas de educação de inovação e empreendedorismo frugais, indique o grau de concordância com as seguintes afirmativas identificadas na literatura:

24. Ambientes que promovam a liberdade de movimento e atividades ao ar livre incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais.*

Discordo totalmente 1 / 2 / 3 / 4 Concordo totalmente.

25. Recursos de *e-learning*, tais como a gamificação, incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais.*

Discordo totalmente 1 / 2 / 3 / 4 Concordo totalmente.

26. Leituras, palestras e discussões de casos reais incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais.*

Discordo totalmente 1 / 2 / 3 / 4 Concordo totalmente.

27. Dinâmicas educacionais com grupos pequenos (máximo 15 pessoas) incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais.*

Discordo totalmente 1 / 2 / 3 / 4 Concordo totalmente.

28. Participação de professores externos em atividades lúdicas e avaliativas incentiva a educação de inovação e empreendedorismo frugais.*

Discordo totalmente 1 / 2 / 3 / 4 Concordo totalmente.

29. Visitas e desenvolvimento de projetos com comunidades locais incentivam a educação de inovação e empreendedorismo frugais.*

Discordo totalmente 1 / 2 / 3 / 4 Concordo totalmente.

30. Na sua opinião, quais das seguintes atividades apontadas por Masters (2020), contribuem na construção de propostas educacionais que difundem o valor frugal (marque quantas opções forem necessárias):*

- () Combinar ideias, técnicas e conceitos de diferentes disciplinas de forma inovadora.
- () Cocriar projetos educacionais, a partir das necessidades dos alunos.
- () Disponibilizar material educacional gratuito para o benefício de todos.
- () Reciclar, reaproveitar e combinar materiais e tecnologias de novas maneiras.
- () Construir ferramentas educacionais de fácil acesso/uso para outros docentes e alunos.
- () Projetar dinâmicas educacionais flexíveis que atendam a circunstâncias imprevistas.
- () Reduzir o uso de recursos para agilizar processos e minimizar custos.
- () Realizar ciclos contínuos de melhoria e refinamento do projeto educacional, sob a perspectiva dos alunos.

Fim da pesquisa - Obrigada.

Final da pesquisa

Obrigada pela sua participação!

Colocamo-nos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas sobre a pesquisa:

steph.torres.reyes@gmail.com / 31 (9) 8233 9687

APÊNDICE H – Roteiro para docentes da RELIF, da REBRIF ou com conexão**(i) Perfil do(a) entrevistado(a):**

-País: _____
 -Idade: _____
 -Formação acadêmica: _____
 -Departamento e tipo de vínculo institucional: _____
 -Tempo de experiência como docente: _____

(ii) Abordagens práticas de educação:

1. Indique os seguintes aspectos que caracterizam suas aulas de Inovação Frugal (IF):
 - a) Tipo de aula (presencial / virtual / híbrida);
 - b) Local onde são realizadas as aulas (plataforma virtual / sala de aula/laboratório / centro de negócios);
 - c) Duração da aula / número de encontros durante o semestre;
 - d) Tipo de aluno (discente / professor / empreendedor);
 - e) Área e tipo de formação do aluno (graduação / pós-graduação – área de estudo);
 - f) Objetivos da disciplina / atividade educativa;
 - g) Competências estimuladas nos alunos;
 - h) Temas que compõem os conteúdos programáticos (*syllabus*);
 - i) Estratégias educativas (tradicionais e/ou ativas);
 - j) Recursos pedagógicos e material de apoio;
 - k) Tipos de resultados (evidências de aprendizagem).
2. Nas suas aulas, você trabalha simultaneamente com outros professores, atores do ecossistema empreendedor local e/ou comunidades vulneráveis? Explique por favor sua resposta.
3. Realiza uma identificação prévia do perfil dos alunos da disciplina? Em caso de resposta afirmativa, por favor descreva o processo.
4. Realiza uma consulta final para conhecer a experiência de seus alunos na disciplina? Em caso de resposta afirmativa, por favor descreva o processo.
5. Qual a principal dificuldade de ensinar IF?
6. Indique alguma sugestão de “convivência” que deva ser considerada durante o desenvolvimento das aulas.
7. Considerando sua experiência docente e seu conhecimento em IF, indique algumas dicas para projetar e planejar atividades educativas que promovam o enfoque frugal em ambientes universitários.

Obrigada!

APÊNDICE I – Roteiro de entrevista semiestruturada para estudantes da USB Cali

Título da pesquisa: um *framework* para design de inovação e empreendedorismo frugais em contextos universitários brasileiros.

Entidade Executora: PPGIT/UFMG.

Entidades apoiadoras: LIDEP/UFMG, Programa Incluir UFMG e CAPES.

Objetivo da atividade: teste piloto de primeira sugestão de *framework*. Referente à tese de doutorado em Inovação Tecnológica da UFMG.

Pesquisadora: Profa. MSc. Stephanie Torres Reyes.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa.

Coorientação: Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho.

Prezado(a) respondente, a sua participação na pesquisa é voluntária e sem remuneração. Você terá a liberdade de pausar a discussão, não responder às questões ou desistir da participação no estudo a qualquer momento. Os pesquisadores se comprometem a respeitar sua decisão sem nenhum prejuízo ou crítica. A divulgação dos resultados da pesquisa conterá apenas resultados agregados, o que não permitirá a sua identificação. **Nesses termos, as informações prestadas nesta entrevista são sigilosas e serão tratadas de modo anonimizado, em conjunto com as de outros entrevistados.** O prazo de armazenamento das informações coletadas junto aos participantes do estudo é de 05 anos, salvaguardando a sua consulta. Os pesquisadores responsáveis por esse estudo garantem e se comprometem com o sigilo dos dados obtidos na entrevista, que serão utilizados exclusivamente para fins da pesquisa, publicações científicas e atividades acadêmicas da UFMG, não sendo divulgados ou empregados em nenhum outro veículo de comunicação ou usados com outra finalidade. Nesse sentido, a gravação da entrevista grupal será somente para análise na pesquisa.

Bloco I: perfil do respondente:

-Idade: _____

-Qual gênero você se identifica? Feminino ___ / Masculino ___ / Outro ___

-Nível de formação acadêmica: _____

-Tipo de vínculo institucional: _____

-Estágio atual do seu empreendimento: _____

-Área de interesse de trabalho: _____

Bloco II: perguntas grupais

- 1) Quais os recursos e/ou atividades que mais gostaram durante o curso?
- 2) Quais os principais desafios pedagógicos durante o curso?
- 3) Quais os benefícios e dificuldades projetuais no uso das ADF durante os *workshops*?
- 4) Gostaria de compartilhar algum aspecto, situação, ou crítica sobre a dinâmica de ensino?
- 5) Gostaria de sugerir mudanças nas ferramentas utilizadas durante o percurso projetual?
- 6) Quais os benefícios pessoais e profissionais percebidos pela sua participação nos *workshops*?

Obrigada!

APÊNDICE J – Roteiros de entrevistas semiestruturadas para estudantes da Escola de Engenharia

Título da pesquisa: um *framework* para design de inovação e empreendedorismo frugais em contextos universitários brasileiros.

Entidade Executora: PPGIT/UFMG.

Entidades apoiadoras: LIDEP/UFMG, Programa Incluir UFMG e CAPES.

Objetivo da atividade: proposta de questionário apresentado como requisito parcial para a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFMG). Referente à tese de doutorado em Inovação Tecnológica da UFMG.

Pesquisadora: Profa. MSc. Stephanie Torres Reyes.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa.

Coorientação: Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho.

Entrevista (a) – no início da disciplina

- 1) Qual a sua área de estudo?
- 2) Em qual semestre/período está no seu curso?
- 3) Tinha conhecimento anterior de alguma temática sobre Empreendedorismo? Sim ou Não. Fale sobre.
- 4) Já sabia ou havia tido contato com algum conteúdo sobre Inovação Frugal? Sim ou Não. Fale sobre.
- 5) Já desenvolveu projetos com enfoque frugal? Sim ou Não. Fale sobre.
- 6) Já desenvolveu uma ideia de negócio? Em caso de resposta positiva, em qual setor?
- 7) Em qual setor gostaria de trabalhar e/ou empreender?
- 8) Por quê está participando da disciplina?
- 9) Qual a sua expectativa em relação à disciplina?

Entrevista (b) – no meio da disciplina

- 1) Como você avalia o grau de proximidade da sua área de estudo com o escopo da disciplina?
 Distante ()
 Muito distante ()
 Neutro ()
 Próximo ()
 Muito próximo ()
- 2) Como você avalia o conteúdo que viu até agora na disciplina?
 Muito interessante ()
 Interessante ()
 Neutro ()
 Pouco interessante ()
 Nada interessante ()
- 3) Cite 3 (três) resultados que espera conseguir ao final da disciplina?
- 4) Gostaria de compartilhar qualquer tema, aspecto, assunto, situação, ou mesmo fazer alguma crítica? Ideias e sugestões são bem vindas.

Entrevista (c) – no final da disciplina

- 1) Qual foi a sua etapa e/ou atividade favorita?
- 2) Qual foi a etapa e/ou atividade que menos gostou?
- 3) Se tivesse a oportunidade de mudar alguma etapa e/ou atividade da disciplina, qual mudaria? E como?
- 4) O número de encontros foi suficiente para você?
- 5) O tempo para cada encontro foi adequado?
- 6) O ambiente físico em que trabalhamos foi confortável?
- 7) Teve dificuldade com alguma das ferramentas projetuais utilizadas?
- 8) Qual(is) benefício(s) e dificuldade(s) você observou da sua participação nas atividades projetuais junto aos estudantes do Programa Incluir UFMG?
- 9) Quais dos seguintes recursos e materiais de apoio achou mais adequados durante as aulas:
 Leituras ()

Vídeos ()

Áudios ()

Imagens ()

10) Gostaria de dar continuidade ao(s) projeto(s) desenvolvido(s) durante a disciplina? Sim ou Não. Fale sobre.

11) Indique quais das seguintes competências conseguiu desenvolver durante a disciplina (marque quantas opções forem necessárias):

() Identificar e analisar novas realidades

() Comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas

() Discutir outros caminhos para empreender

() Construir relações com pessoas de diversas áreas e formações

() Mapear ligações de fatos particulares de uma situação

() Resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão

() Identificar e combinar recursos locais de novas maneiras

() Tomar decisões ágeis em contextos com restrições

() Apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental

() Usar ferramentas digitais

12) Gostaria de compartilhar qualquer aspecto, situação, ou mesmo fazer alguma crítica? Ideias e sugestões são bem vindas.

APÊNDICE K – Roteiros de entrevistas semiestruturadas para estudantes do Programa Incluir UFMG

Título da pesquisa: um *framework* para design de inovação e empreendedorismo frugais em contextos universitários brasileiros.

Entidade Executora: PPGIT/UFMG.

Entidades apoiadoras: LIDEP/UFMG, Programa Incluir UFMG e CAPES.

Objetivo da atividade: proposta de questionário apresentado como requisito parcial para a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFMG). Referente à tese de doutorado em Inovação Tecnológica da UFMG.

Pesquisadora: Profa. MSc. Stephanie Torres Reyes.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa.

Coorientação: Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho.

Entrevista (a) – no início da disciplina

- 1) Qual é o seu nível de formação?
- 2) Tinha conhecimento anterior de alguma temática sobre Empreendedorismo? Sim ou Não. Fale sobre.
- 3) Já sabia ou havia tido contato com algum conteúdo sobre Inovação Frugal? Sim ou Não. Fale sobre.
- 4) Já desenvolveu projetos com enfoque frugal? Sim ou Não. Fale sobre.
- 5) Já desenvolveu uma ideia de negócio? Em caso de resposta positiva, em qual setor?
- 6) Em qual setor gostaria de trabalhar e/ou empreender?
- 7) Por quê está participando no curso do Programa Incluir UFMG?
- 8) Qual a sua expectativa em relação ao curso?

Entrevista (b) – no meio da disciplina

- 1) Como você avalia o grau de proximidade das atividades do seu dia a dia com o escopo do curso?
Distante ()
Muito distante ()
Neutro ()
Próximo ()
Muito próximo ()
- 2) Como você avalia o conteúdo que viu até agora no curso?
Muito interessante ()
Interessante ()
Neutro ()
Pouco interessante ()
Nada interessante ()
- 3) Cite 3 (três) resultados que espera conseguir ao final do curso?
- 4) Gostaria de compartilhar qualquer tema, aspecto, assunto, situação, ou mesmo fazer alguma crítica? Ideias e sugestões são bem vindas.

Entrevista (c) – no final da disciplina

- 1) Qual foi a sua etapa e/ou atividade favorita?
- 2) Qual foi a etapa e/ou atividade que menos gostou?
- 3) Se tivesse a oportunidade de mudar alguma etapa e/ou atividade do curso, qual mudaria? E como?
- 4) O número de encontros foi suficiente para você?
- 5) O tempo para cada encontro foi adequado?
- 6) O ambiente físico em que trabalhamos foi confortável?
- 7) Teve dificuldade com alguma das ferramentas projetuais utilizadas?
- 8) Qual(is) benefício(s) e dificuldade(s) você observou da sua participação nas atividades projetuais junto aos estudantes do DEP/UFMG?
- 9) Quais dos seguintes recursos e materiais de apoio achou mais adequados durante as aulas:
Leituras ()
Vídeos ()
Áudios ()

Imagens ()

10) Gostaria de dar continuidade ao(s) projeto(s) desenvolvido(s) durante o curso? Sim ou Não. Fale sobre.

11) Indique quais das seguintes competências conseguiu desenvolver durante o curso (marque quantas opções forem necessárias):

- () Identificar e analisar novas realidades
- () Comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas
- () Discutir outros caminhos para empreender
- () Construir relações com pessoas de diversas áreas e formações
- () Mapear ligações de fatos particulares de uma situação
- () Resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão
- () Identificar e combinar recursos locais de novas maneiras
- () Tomar decisões ágeis em contextos com restrições
- () Apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental

12) Gostaria de compartilhar qualquer aspecto, situação, ou mesmo fazer alguma crítica? Ideias e sugestões são bem vindas.

APÊNDICE L – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para docentes

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(para docentes)

O Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica (PPGIT), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da *Red Latinoamericana de Innovación Frugal* (RELIF), está realizando um estudo que visa desenvolver e estabelecer um *framework* que represente e auxilie o processo de educação em IF e EF em contextos universitários brasileiros.

Você foi convidado(a) para participar de uma entrevista por ser um(a) professor(a) membro da RELIF, da REBRIF ou com conexões nessa rede.

A aplicação da entrevista será individual e será gravada através da Plataforma Zoom®, mediante sua autorização prévia para garantir a privacidade dos seus dados. Os entrevistados não receberão qualquer remuneração pela sua participação.

Os riscos envolvidos na sua participação na entrevista giram em torno de possíveis constrangimentos e/ou incômodos com qualquer uma das perguntas do questionário. Se isso acontecer, você terá a liberdade de pausar a entrevista, não responder à questão ou desistir da participação no estudo. Os pesquisadores se comprometem a respeitar sua decisão sem nenhum prejuízo ou crítica.

Os benefícios que podem ser gerados pela sua participação consistem em receber os resultados desta pesquisa, os quais serão compartilhados com os entrevistados que assim o desejarem, após a conclusão do estudo. Os possíveis benefícios indiretos estão em: (i) contribuir com informações relevantes para identificação das ferramentas, etapas e estratégias mais adequadas para a prática de ensino e ação projetual em inovação e empreendedorismo frugais de âmbitos acadêmicos; e (ii) agregar valores humanos, culturais e sociais locais para o projeto de design que visa à geração de soluções e modelos de negócios mais inclusivos na América Latina.

A divulgação dos resultados da pesquisa conterà apenas resultados agregados, o que não permitirá a sua identificação. **Nesses termos, as informações prestadas nesta entrevista são sigilosas e serão tratadas de modo anonimizado, em conjunto com as de outros entrevistados.** O prazo de armazenamento das informações coletadas junto aos participantes do estudo é de 05 anos, salvaguardando a sua consulta.

Os pesquisadores responsáveis por esse estudo garantem e se comprometem com o sigilo dos dados obtidos na entrevista, que serão utilizados exclusivamente para fins da pesquisa, publicações científicas e atividades acadêmicas da UFMG, não sendo divulgados ou empregados em nenhum outro veículo de comunicação ou usados com outra finalidade. Nesse sentido, as gravações das entrevistas serão somente para análise na pesquisa.

O desenvolvimento da pesquisa respeitará à Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS (órgão que regula as diretrizes e normas para a realização de pesquisas envolvendo pessoas), além de toda a legislação relacionada à saúde, vigente no Brasil. Assim, os participantes da pesquisa poderão buscar indenização nos termos da Resolução nº 466/12 do CNS, em caso de danos provenientes do estudo.

Em caso de dúvidas éticas, você poderá entrar em contato com o **Comité de Ética em Pesquisa – CEP/UFMG**: (31 3409-4592 / coep@prpq.ufmg.br / Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901 / Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005).

Colocamo-nos à disposição para esclarecer dúvidas gerais e sobre a pesquisa:

Pesquisador responsável / orientador UFMG:

Prof. PhD. Francisco Vidal Barbosa

E-mail: fvberlim@gmail.com

Coorientador da Pesquisa UFMG:

Prof. PhD. Eduardo Romeiro Filho

E-mail: romeiro@dep.ufmg.br

Pesquisadora / doutoranda do PPGIT – UFMG:**Stephanie Torres Reyes**E-mail: steph.torres.reyes@gmail.com

Telefone: (31) 9 8233 9687

Declaro que li e entendi toda a informação presente no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), manifesto minha decisão de participar no estudo, e ficaram claros, para mim, os propósitos da pesquisa e as garantias de confidencialidade. Tenho o direito de agora ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que eu tenha em relação à pesquisa com Stephanie Torres Reyes (31) 9 8233 9687, com o orientador Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa e com o coorientador Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho. Minha participação é voluntária e autorizo a utilização das informações, obtidas na entrevista, e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos realizando a solicitação de revogação do consentimento pelo e-mail steph.torres.reyes@gmail.com.

O documento é assinado em duas vias:

Cidade, dia/mês/ano.

Nome completo – assinatura do (a) entrevistado (a).

Atesto que expliquei cuidadosamente a natureza e os objetivos do estudo ao participante, e que as informações foram fornecidas de forma clara e compreensível.

Cidade, dia/mês/ano.

Nome completo – assinatura da entrevistadora.

APÊNDICE M – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para estudantes da Escola de Engenharia.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(para estudantes matriculados na disciplina “Práticas de Empreendedorismo e Inovação Frugais” da UFMG)

Este documento tem por objetivo convidá-lo(a) a participar e esclarecer todos os elementos da pesquisa intitulada **UM FRAMEWORK PARA DESIGN DE INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO FRUGAIS EM CONTEXTOS UNIVERSITÁRIOS BRASILEIROS**, desenvolvida por Stephanie Torres Reyes, vinculada ao Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica (PPGIT) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e sob a orientação do Professor Dr. Francisco Vidal Barbosa do Departamento de Ciências Econômicas da FACE/UFMG e sob coorientação do Professor Dr. Eduardo Romeiro Filho, do Departamento de Engenharia de Produção do DEP/UFMG. Tem-se como objetivo desenvolver e estabelecer um *framework* que represente e auxilie o processo de educação em IF e EF em contextos universitários brasileiros. Os benefícios que podem ser gerados pela sua participação consistem em receber os resultados desta pesquisa, os quais serão compartilhados com os participantes que assim o desejarem, após a conclusão do estudo. Os possíveis benefícios indiretos estão em: (i) contribuir com informações relevantes para identificação das ferramentas, etapas e estratégias mais adequadas para a prática de ensino e ação projetual em inovação e empreendedorismo frugais de âmbitos acadêmicos; e (ii) agregar valores humanos, culturais e sociais locais para o projeto de design que visa à geração de soluções e modelos de negócios mais inclusivos no Brasil. A coleta de dados inclui entrevistas individuais e grupais com os alunos matriculados na disciplina. Serão incluídos na pesquisa apenas alunos maiores de 18 anos. Os riscos envolvidos na sua participação nas entrevistas giram em torno de possíveis constrangimentos e/ou incômodos com qualquer uma das perguntas do questionário. Se isso acontecer, você terá a liberdade de pausar as entrevistas, não responder à questão ou desistir da participação no estudo. Os pesquisadores se comprometem a respeitar sua decisão sem nenhum prejuízo ou crítica. **Os dados obtidos serão confidenciais e de responsabilidade dos profissionais que trabalharão na pesquisa e exclusivamente para os fins científicos propostos, mantendo todo o sigilo das fontes e garantindo a utilização das informações de modo anonimizado, e sem prejuízo das pessoas envolvidas.** Os alunos receberão todos os esclarecimentos em qualquer fase da pesquisa. Quando os resultados forem publicados, os participantes não serão identificados e casos nos quais a identificação for conveniente, deverá ser expressamente permitida por escrito. As informações das entrevistas serão utilizadas somente para análise no estudo. A participação do(a) aluno(a) matriculado(a) na disciplina ofertada será voluntária e isenta de despesas nas etapas da pesquisa. Caso não seja sua vontade em participar do estudo, terá liberdade de recusar ou abandonar a pesquisa, em qualquer fase, sem qualquer prejuízo para o(a) mesmo(a) ou para sua participação nas aulas. Todos os alunos terão o mesmo conteúdo e participarão das mesmas atividades, contudo, as análises e entrevistas acontecerão com os que optarem por participar da pesquisa. **A participação ou não do aluno(a) na pesquisa não terá nenhuma influência em seu desempenho na disciplina, visto que a avaliação dos alunos (na disciplina) será de responsabilidade do Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho, docente efetivo do PPGIT/UFMG, e as entrevistas e análise dos dados serão realizadas por Stephanie Torres Reyes, doutoranda e professora estagiária na disciplina. Não haverá nenhuma remuneração para a participação na pesquisa.** O prazo de armazenamento das informações coletadas junto aos participantes da pesquisa é de 05 anos, salvaguardando a sua consulta. O(a) participante da pesquisa tem o direito de recusar-se a responder as perguntas que ocasionem constrangimentos de qualquer natureza. O(a) participante poderá se comunicar com os pesquisadores, por meio dos contatos listados abaixo, para esclarecer dúvidas gerais e sobre a pesquisa. O desenvolvimento da pesquisa respeitará a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS (órgão que regula as diretrizes e normas para a realização de pesquisas envolvendo pessoas), além de toda a legislação relacionada à saúde, vigente no Brasil. Nesse sentido, os participantes da pesquisa poderão buscar indenização nos termos da Resolução nº 466/12 do CNS, em caso de danos provenientes do estudo.

Em caso de dúvidas éticas, você poderá entrar em contato com o **Comité de Ética em Pesquisa – CEP/UFMG**: (31 3409-4592 / coep@prpq.ufmg.br / Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901 / Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005).

Declaro que li e entendi toda a informação presente no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), manifesto minha decisão de participar no estudo, e ficaram claros, para mim, os propósitos da pesquisa e as garantias de confidencialidade. Tenho o direito de agora ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que eu tenha em relação à pesquisa com Stephanie Torres Reyes (31) 9 8233 9687, com o orientador Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa e com o coorientador Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho. Minha participação é voluntária e autorizo a utilização das informações, obtidas nas entrevistas, e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos realizando a solicitação de revogação do consentimento pelo e-mail steph.torres.reyes@gmail.com.

O documento é assinado em duas vias.

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2024.

Nome do(a) estudante voluntário(a): _____

Assinatura do(a) estudante voluntário(a): _____

**Profa. MSc. Stephanie Torres
 Reyes**
Pesquisadora (doutoranda)
PPGIT-Doutorado em Inovação
Tecnológica/UFMG
steph.torres.reyes@gmail.com

**Prof. Dr. Francisco Vidal
 Barbosa**
(Responsável da pesquisa /
Orientador)
Departamento de Ciências
Econômicas/UFMG
fvberlim@gmail.com

**Prof. Dr. Eduardo Romeiro
 Filho**
(Professor responsável da
disciplina / Coorientador)
Departamento de Engenharia
de Produção/UFMG
romeiro@ufmg.br

APÊNDICE N – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para estudantes do Programa Incluir UFMG

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(para alunos matriculados no curso “Da Gambiarra ao Produto Final” do Programa Incluir UFMG)

Este documento tem por objetivo convidá-lo(a) a participar e esclarecer todos os elementos da pesquisa intitulada **UM FRAMEWORK PARA DESIGN DE INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO FRUGAIS EM CONTEXTOS UNIVERSITÁRIOS BRASILEIROS**, desenvolvida por Stephanie Torres Reyes, vinculada ao Programa de Pós-graduação em Inovação Tecnológica (PPGIT) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e sob a orientação do Professor Dr. Francisco Vidal Barbosa do Departamento de Ciências Econômicas da FACE/UFMG e sob coorientação do Professor Dr. Eduardo Romeiro Filho, do Departamento de Engenharia de Produção do DEP/UFMG. Tem-se como objetivo desenvolver e estabelecer um *framework* que represente e auxilie o processo de educação em IF e EF em contextos universitários brasileiros. Os benefícios que podem ser gerados pela sua participação consistem em receber os resultados desta pesquisa, os quais serão compartilhados com os participantes que assim o desejarem, após a conclusão do estudo. Os possíveis benefícios indiretos estão em: (i) contribuir com informações relevantes para identificação das ferramentas, etapas e estratégias mais adequadas para a prática de ensino e ação projetual em inovação e empreendedorismo frugais de âmbitos acadêmicos; e (ii) agregar valores humanos, culturais e sociais locais para o projeto de design que visa à geração de soluções e modelos de negócios mais inclusivos no Brasil. A coleta de dados inclui entrevistas individuais e grupais com os alunos matriculados no curso. Serão incluídos na pesquisa apenas alunos maiores de 18 anos. Os riscos envolvidos na sua participação nas entrevistas giram em torno de possíveis constrangimentos e/ou incômodos com qualquer uma das perguntas do questionário. Se isso acontecer, você terá a liberdade de pausar as entrevistas, não responder à questão ou desistir da participação no estudo. Os pesquisadores se comprometem a respeitar sua decisão sem nenhum prejuízo ou crítica. **Os dados obtidos serão confidenciais e de responsabilidade dos profissionais que trabalharão na pesquisa e exclusivamente para os fins científicos propostos, mantendo todo o sigilo das fontes e garantindo a utilização das informações de modo anonimizado, e sem prejuízo das pessoas envolvidas.** Os alunos receberão todos os esclarecimentos em qualquer fase da pesquisa. Quando os resultados forem publicados, os participantes não serão identificados e casos nos quais a identificação for conveniente, deverá ser expressamente permitida por escrito. As gravações das entrevistas serão utilizadas somente para análise no estudo. A participação do(a) aluno(a) matriculado(a) no curso ofertado será voluntária e isenta de despesas nas etapas da pesquisa. Caso não seja sua vontade em participar do estudo, terá liberdade de recusar ou abandonar a pesquisa, em qualquer fase, sem qualquer prejuízo para o(a) mesmo(a) ou para sua participação nas aulas. Todos os alunos terão o mesmo conteúdo e participarão das mesmas atividades, contudo, as análises e entrevistas acontecerão com os que optarem por participar da pesquisa. **A participação ou não do aluno(a) na pesquisa não terá nenhuma influência em seu desempenho no curso, visto que a avaliação dos alunos (no curso) será de responsabilidade do Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa, docente efetivo do PPGIT/UFMG, e as entrevistas e análise dos dados serão realizadas por Stephanie Torres Reyes, doutoranda e professora estagiária no curso. Não haverá nenhuma remuneração para a participação na pesquisa.** O prazo de armazenamento das informações coletadas junto aos participantes da pesquisa é de 05 anos, salvaguardando a sua consulta. O(a) participante da pesquisa tem o direito de recusar-se a responder as perguntas que ocasionem constrangimentos de qualquer natureza. O(a) participante poderá se comunicar com os pesquisadores, por meio dos contatos listados abaixo, para esclarecer dúvidas gerais e sobre a pesquisa. O desenvolvimento da pesquisa respeitará a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS (órgão que regula as diretrizes e normas para a realização de pesquisas envolvendo pessoas), além de toda a legislação relacionada à saúde, vigente no Brasil. Nesse sentido, os participantes da pesquisa poderão buscar indenização nos termos da Resolução nº 466/12 do CNS, em caso de danos provenientes do estudo.

Em caso de dúvidas éticas, você poderá entrar em contato com o **Comité de Ética em Pesquisa – CEP/UFMG**: (31 3409-4592 / coep@prpq.ufmg.br / Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901 / Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005).

Declaro que li e entendi toda a informação presente no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), manifesto minha decisão de participar no estudo, e ficaram claros, para mim, os propósitos da pesquisa e as garantias de confidencialidade. Tenho o direito de agora ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que eu tenha em relação à pesquisa com Stephanie Torres Reyes (31) 9 8233 9687, com o orientador Prof. Dr. Francisco Vidal Barbosa e com o coorientador Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho. Minha participação é voluntária e autorizo a utilização das informações, obtidas na entrevista, e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos realizando a solicitação de revogação do consentimento pelo e-mail steph.torres.reyes@gmail.com.

O documento é assinado em duas vias.

Belo Horizonte, ____ de ____ de 2024.

Nome do(a) estudante voluntário(a): _____

Assinatura do(a) estudante voluntário(a): _____

Profa. MSc. Stephanie Torres Reyes
Pesquisadora (doutoranda)
PPGIT-Doutorado em Inovação
Tecnológica/UFMG
steph.torres.reyes@gmail.com

Prof. Dr. Francisco Vidal
Barbosa
(Responsável da pesquisa /
Orientador)
Departamento de Ciências
Econômicas/UFMG
fvberlim@gmail.com

Prof. Dr. Eduardo Romeiro Filho
(Professor responsável da
disciplina / Coorientador)
Departamento de Engenharia de
Produção/UFMG
romeiro@ufmg.br

APÊNDICE O – Unidades de significado de entrevistas com docentes

Quadro 61 – Unidades de significado de entrevistas com docentes

Categorias	Quantidade	No. docentes	Excertos das falas dos entrevistados
Concepções docentes acerca da modalidade de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	8	5	-“Na modalidade assíncrona, os processos de design e prototipagem são muito desafiadores. Ela demanda o uso de casos ou a proposição de inovações digitais. Ainda estamos experimentando esse processo” (U1D4, tradução nossa); -“A modalidade de educação presencial permite que os alunos observem e escutem sob diferentes ângulos. Ver os movimentos de quem compõe a sala de aula enriquece o processo de aprendizagem” (U2D7, tradução nossa); -“Os alunos fazem a sua parte individual, comentamos essas contribuições e fazemos correções, de forma assíncrona, mas temos alunos que exigem orientação dos seus projetos, de forma presencial, e, nesses casos, oferecemos apoio de forma síncrona para que eles possam se comunicar com o professor e seus colegas de aula. A universidade está desenhada para realizar essas dinâmicas” [...] “muitos dizem, Desenho Industrial virtual? Como? Mas, conseguimos resolver muitos dos desafios que nos criticaram, e, na verdade, tivemos muito sucesso e conseguimos reconhecimentos de diversas empresas” (U3D23, tradução nossa); -“Somos o primeiro programa de Design Industrial da América Latina que é aprovado em modalidade virtual, temos tido resultados muito positivos [...]” (U4D24, tradução nossa); -“Após a pandemia, eu percebi que quando os estudantes estão em casa se concentram melhor, conversam com seus colegas, por meio de <i>Team</i>®, <i>WhatsApp</i>®, e dividem tarefas entre eles. Durante esse tempo, eu oriento e dou <i>feedback</i>, e um abro espaço virtual de socialização para que possam ver o que seus colegas estão fazendo e isso os desafia e chama a sua atenção” (U5D24, tradução nossa); -“[...] muitos estudantes têm medo do salto do presencial para o virtual, nem todos possuem as mesmas habilidades para se adaptarem a essa modalidade. A virtualidade é mais exigente porque requer aprendizagem autônoma, por isso temos a opção híbrida” (U6D24, tradução nossa); -“Temos estudantes idosos que têm dificuldade em clicar numa plataforma digital, é importante conhecer as suas limitações. Mas essas limitações não significam que não possam aprender [...] o desafio não é o formato, mas sim nossa capacidade de adaptação ao perfil do estudante” (U7D25, tradução nossa); -“[...] em sala de aula somos uma orquestra e todos devemos estar conectados [...]” (U8D7, tradução nossa).
Concepções docentes acerca do ambiente de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	19	15	-“Apresento o regulamento universitário e peço aos estudantes sugestões para conduzir a temática, assim eles podem propor ou questionar as atividades que serão realizadas na disciplina” (U9D1, tradução nossa); -“[...] para trabalhar com design é importante criar um ambiente onde o ponto de vista seja valorizado” (U10D5, tradução nossa); -“[...] a pandemia nos deixou a necessidade de experimentar simultaneamente diferentes recursos, dentro e fora da sala de aula, com mecanismos digitais e não digitais” (U11D7, tradução nossa); -“[...] até 16 estudantes é administrável, já que é possível dar um atendimento personalizado [...]. Um grupo pequeno é uma vantagem, porque permite um acompanhamento mais personalizado, mesmo trabalhando em equipes [...]. Você pode dar <i>feedback</i> e levar em conta todas as sugestões” (U12D8, tradução nossa); -“Utilizo sala de aula convencional, mas são salas com mesas risque-rabisque móveis e telas para facilitar a dinâmica das aulas. Também utilizamos o laboratório para prototipagem rápida de produtos, o laboratório de <i>software</i>, o laboratório de simulação de processos e serviços” (U13D12, tradução nossa); -“Utilizo laboratório de jogos, laboratório de marketing e <i>Role-playing</i> com câmara <i>Gesell</i>” (U14D13, tradução nossa); -“Utilizo sala convencional e laboratórios de inovação e design” (U15D5, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			- “[...] é recomendável utilizar salas convencionais, mas também laboratórios em formato <i>Fab lab</i>” (U16D2, tradução nossa); - “As atividades são realizadas em sala de aula, e, quando, necessário nos deslocamos para os laboratórios da universidade de acordo com a atividade que estamos realizando” (U17D15, tradução nossa); - “Para cursos práticos utilizamos os laboratórios” (U18D24, tradução nossa); - “Para grupos grandes temos tutores que respondem a dúvidas e fóruns em <i>Teams</i>®, e o professor responsável pelo curso atende às demais atividades [...] os trabalhos dos tutores são distribuídos de acordo com o número de alunos” (U19D24, tradução nossa); - “Em nosso laboratório temos uma sala de impressão 3D, uma oficina de carpintaria para fazer atividades manuais de madeira ou elétricas. Temos uma área flexível com capacidade para 100 pessoas e as mesas podem ser adaptadas para trabalhar em equipes, realizar apresentações ou fazer dinâmicas que precisam de movimento. Temos uma cozinha criativa que é um <i>plus</i> no laboratório, já que é um espaço de experimentação grupal [...]. Esse espaço também ajuda a inspirar a discussão de assuntos mais complexos, [...] para nós, esse é o lugar para fazer emergir <i>soft skills</i>” (U20D10, tradução nossa); - “[...] para o processo de criação frugal é importante criar um ambiente divertido e agradável [...], improvisar iluminação, colocar música e ter uma novidade” (U21D14); - “Faço um contrato de trabalho com os estudantes, que rodo na sala e todos assinam, que inclui os critérios de avaliação até questões operacionais, horários, datas, e o contrato é digitalizado e é compartilhado” (U22D21); - “O ambiente acadêmico deve ser adequado para desenhar e trocar ideias [...] trabalhar com alunos após pandemia tem sido difícil, porque são pessoas que não tiveram interação presencial com ninguém, eles não querem se expor e falar” (U23D21); - “Ajuda usar mesas ao invés de cadeiras separadas, para que os estudantes fiquem juntos. A inovação é colaborativa, não é solitária [...] ter um ambiente que permita explorar as experiências de vida de cada estudante” (U24D21); - “O número de alunos depende da metodologia e dos objetivos do curso, por exemplo um curso teórico não é igual a um curso prático. Cada um tem uma exigência” (U25D22, tradução nossa); - “[...] depende das habilidades, dos pré-requisitos para entender o assunto, então não existe uma quantidade ideal de estudantes” (U26D23, tradução nossa); - “O número de alunos depende do professor, da estruturação dos cursos, dos recursos e do material de apoio [...]” (U27D25, tradução nossa).
Concepções docentes acerca do perfil do estudante participante do processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	23	13	- “São cursos transversais, compostos por estudantes de Nutrição, Engenharia de Alimentos, Produção, Design, e oferecem uma abordagem muito boa para a interação” (U28D1, tradução nossa); - “Alunos de graduação de diferentes cursos de Engenharia, com conhecimento prévio em processos industriais e gerenciamento de projetos” (U29D2, tradução nossa); - “Solicito uma apresentação inicial de suas expectativas e <i>hobbies</i>, o programa acadêmico onde estão vinculados, o que estudam, onde trabalham, tudo isso para apresentar exemplos reais do setor onde atuam” (U30D3, tradução nossa); - “[...] é fundamental que a solução surja dos usuários que vivenciam a necessidade e participem do time de inovação [...] é um processo de movimentar muito mais o sistema e seus atores, exige muita colaboração e reconhecimento de recursos locais para sua aplicação” (U31D5, tradução nossa); - “[...] estudantes de mestrado, com formação profissional em vários setores [...] são engenheiros, administradores, economistas, contadores e psicólogos” (U32D4, tradução nossa); - “O aluno dos primeiros semestres de graduação é o perfil mais complexo para ensinar a Inovação Frugal. Isso porque eles ainda não fizeram a transição da escola para a universidade [...] não tem conhecimento de como funciona o mundo e a indústria, e sobre o que significa ser um empregado” (U33D4, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“São alunos de graduação do 7º semestre. É uma disciplina que integra outros cursos, pelo qual eles já detêm conhecimento prévio em inovação, empreendedorismo e sustentabilidade [...] essa mistura de estudantes permite criar protótipos mais avançados” (U34D5, tradução nossa); -“[...] empatia, visão sistêmica, colaboração interdisciplinar e criatividade” (U35D5, tradução nossa); -“Pergunto aos estudantes com quem tiveram aula de empreendedorismo, como foi sua experiência, em quais projetos de criação de soluções participaram e quais são suas habilidades para depois estimular suas <i>maker skills</i> [...] também realizamos três avaliações da disciplina. A primeira é uma avaliação intermediária sobre a experiência e conhecimento obtido nas aulas, a segunda é uma avaliação institucional, nas semanas 13 e 14, e a terceira avaliação é realizada na última semana como uma dinâmica de valorização e sistematização do processo de aprendizagem, por meio de grupos focais. Essa dinâmica é muito legal e deixa muitos <i>insights</i>, mas demanda bastante tempo. Então, a gente fez isso no início, quando as turmas eram pequenas. Agora, realizamos sessões virtuais de participação voluntária. Também analisamos o que os estudantes indicaram no caderno de projetos e nos portfólios de evidências de aprendizagem” (U36D5, tradução nossa); -“Utilizo a <i>Padlet</i>® para identificar seus interesses e conhecimentos. Eu peço que enviem uma foto de um de seus dias favoritos e expliquem o porquê. Também peço que indiquem o que gostariam de fazer como profissionais e o que gostariam de ver durante o semestre e a disciplina. No final da matéria, é aplicado um questionário no <i>Google Forms</i>®, e são analisadas as anotações dos estudantes no caderno de projetos, para conhecer sua perspectiva em cada exercício realizado” (U37D7, tradução nossa); -“[...] As dimensões do ser humano são tão diversas quanto o clima” (U38D7, tradução nossa); -“A combinação vencedora para fazer Inovação Frugal é um engenheiro, um administrador e um designer. Essa combinação permite aproveitar as habilidades diferentes e gerar ideias muito inovadoras” (U39D8, tradução nossa); -“Na disciplina de mestrado temos estudantes de Design Gráfico, Design de Interação, Comunicação Social, Pedagogia e Administração de Empresas [...]. Introduzimos a Inovação Frugal a partir do segundo semestre” (U40D8, tradução nossa); -“[...] os estudantes realizam uma auto avaliação do trabalho realizado pelos membros das suas equipes e dos outros grupos, e, finalmente, outros professores da universidade avaliam os protótipos finais dos estudantes, os quais são formulados como atividade avaliativa final da disciplina” (U41D8, tradução nossa); -“É muito importante ter estudantes de diferentes programas, a transdisciplinaridade é fundamental na educação da Inovação Frugal” (U42D11, tradução nossa); -“Estudantes de graduação e profissionais. Todos eles de diversas áreas, por exemplo da Engenharia de Produção, Engenharia de Computação e Administração. A disciplina é transversal, isso é muito importante para aproveitar os conhecimentos de todos” (U43D11, tradução nossa); -“Desenvolvo uma rubrica do curso para co-avaliar a experiência. Ajuda muito para a nota final [...] na última sessão da disciplina aplicamos a ferramenta <i>I like I wish</i> para conhecer e entender a perspectiva dos estudantes sobre o que gostaram e não gostaram da experiência” (U44D13, tradução nossa); -“Temos engenheiros, matemáticos, designers, filósofos, advogados, biólogos, médicos, psicólogos, arquitetos, administradores, economistas, comerciantes, todos estudantes universitários de graduação a partir do 4º semestre” (U45D13, tradução nossa); -“Os alunos do primeiro semestre, em termos sociológicos, são mais adolescentes, então seu comportamento em sala de aula ainda é infantil. Prefiro trabalhar a Inovação Frugal com estudantes a partir do 4º semestre” (U46D15, tradução nossa); -“Os nossos estudantes de Engenharia têm um perfil diferente, no caso, são estudantes que já trabalham. Essa coisa do trabalhar dá mais maturidade para esse público, e eles acabam gostando mais de botar mão na massa, e fazer uma conexão mais próxima da teoria com a prática. Eles não são mais velhos, mas são mais maduros em função da condição da vida” (U47D19);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“Já tive alunos com deficiência [...] o que eu faço é dar opções de apresentação de resultados e incluímos a ajuda de seus familiares, o importante é dar uma solução para que participem e fiquem felizes com os resultados, e percebam que podem aprender [...]. Também oferecemos apoio para questões de vida universitária” (U48D23, tradução nossa); -“Caracterizamos o perfil do aluno no momento da matrícula [...]. O aluno avisa se tem alguma deficiência, uma condição, etnia ou uma situação especial. [...] O diretor do curso é responsável por garantir que esse estudante receba as mesmas condições que os outros alunos, mas o apoio do aluno e da família também é necessário” (U49D24, tradução nossa); -“Temos estudantes em liberdade condicional, ex-membros de grupos armados, estudantes em diferentes ambientes socioculturais, essa questão tem gerado desafios muito grandes como professores. Muitos desses alunos não têm computador e tive que aprender a transferir informações com qualquer ferramenta” (U50D24, tradução nossa).
Concepções docentes acerca dos objetivos de aprendizagem em inovação e empreendedorismo frugais.	17	11	-“Sempre encontro os mesmos exemplos na literatura, e são exemplos da Índia e da China, e tudo está escrito em inglês. [...] Há muita ambiguidade na literatura sobre o conceito da Inovação Frugal e sua relação com outras inovações. Então, ela pode ser tudo ou nada, e você acaba demorando muito para explicar a temática” (U51D2, tradução nossa); -“Para essa perspectiva de inovação, é recomendável criar objetivos de aprendizagem sob uma abordagem de síntese e apropriação do tema, isso porque discutir sobre a Inovação Frugal cria um choque nos estudantes, mas é um assunto muito necessário nas suas formações, pois eles irão se tornar os futuros tomadores de decisão na sociedade” (U52D5, tradução nossa); -“Há pouco conhecimento sobre a Inovação Frugal e há uma associação negativa sobre ser barata. Há pessoas que acham que ser uma pessoa frugal é ser ‘mão-de-vaca’” (U53D5, tradução nossa); -“Para iniciar o processo de aprendizagem é necessário definir o que é a Inovação Frugal, para quem está destinada, os critérios que a caracterizam e a diferenciam de outros tipos de inovações, e, finalmente, apresentar casos de estudo para depois formular um protótipo frugal que se tornará posteriormente em inovação e empreendedorismo frugais” (U54D9, tradução nossa); -“É necessário apropriar o termo frugal no ambiente universitário para que todos o conheçam [...]. Na nossa universidade, conversamos muito sobre transformar o conhecimento em soluções para o mundo e, por isso, trabalhamos com desafios reais, através de uma abordagem interdisciplinar, pois acreditamos que o conhecimento não serve para nada se não puder ser transformado em algo útil para a sociedade [...]” (U55D10, tradução nossa); -“O maior desafio é deixar claro o que significa a palavra frugal, e não a confundir com coisas baratas, já que a frugalidade também está presente em tecnologias de ponta” (U56D10, tradução nossa); -“[...] é importante que os objetivos das disciplinas de Inovação Frugal estejam direcionados à apropriação do seu conceito e suas características para que os alunos encontrem caminhos diferentes no uso de recursos, gerando um equilíbrio entre o que o usuário espera de forma sócio economicamente viável e tecnologicamente possível, sem abalar negativamente o nosso ecossistema natural” (U57D11, tradução nossa); -“Há falta de conhecimento sobre o que é a Base da Pirâmide, suas peculiaridades e formas de vida [...]” (U58D13, tradução nossa); -“A Inovação Frugal é uma abordagem multi e transdisciplinar, então não podemos ensiná-la de forma tradicional [...] precisamos combinar capacidades, entender o ambiente e as restrições para criar uma nova mentalidade, uma nova forma de aprender” (U59D14); -“[...] tem uma linha da Inovação Frugal para indústria e outra para a Base da Pirâmide, então, dependendo disso você deve estruturar seus objetivos, pois têm prioridades distintas” (U60D14); -“[...] têm muitas pessoas que não conhecem a Base da Pirâmide. A Base da Pirâmide é muito diferente de uma família humilde, é muito mais difícil para elas, e os estudantes não conhecem essa realidade” (U61D14);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			- “[...] fazer com que as pessoas entendam que a Inovação Frugal não é uma inovação barata ou para pobres. Precisamos criar uma nova consciência coletiva” (U62D16, tradução nossa); - “Os estudantes estão acostumados a trabalhar com mais recursos do que realmente são necessários. Eles acreditam que sempre precisam de um computador e de um programa super caro. Há um desafio sobre como mudar a mentalidade para que aprendam a projetar de uma forma não tradicional como no caso da Inovação Frugal” (U63D16, tradução nossa); - “Em geral, quando os europeus pensam na Inovação Frugal e no Empreendedorismo Frugal, pensam no meio ambiente, em como consumir menor quantidade de recursos, como gerar a menor quantidade de resíduos. O seu pensamento está intimamente ligado às alterações climáticas. E, na América Latina, o enfoque é mais social, para ajudar as pessoas que estão em extrema pobreza, para reduzir a desigualdade e aumentar o bem-estar coletivo [...]. É muito curioso porque deveriam ser utilizadas as duas motivações, ao mesmo tempo, mas o território demarca o impacto ambiental, econômico, cultural e social das inovações frugais” (U64D17, tradução nossa); - “As ferramentas para desenho de inovação e empreendedorismo frugais não funcionam da mesma forma na Europa e na América Latina, devido às características dos territórios. Aqui na Holanda, o problema não é o acesso aos produtos e sim como podemos descartá-los da melhor forma. Então, damos mais foco ao desenvolvimento de produtos que são mais fáceis de processar e têm menos impacto ambiental” (U65D17, tradução nossa); - “Os estudantes que têm experiência em empresa grande têm mais dificuldade de entender a Base da Pirâmide e de inovar com poucos recursos. Esse é o desafio, fazer uma desconstrução na cabecinha dos que acham que o dinheiro é prioridade” (U66D19); - “O conceito de Inovação Frugal é difícil de entender ainda. [...]. É difícil que os estudantes entendam que a Inovação Frugal é uma coisa tecnológica, e delimitar o conceito” (U67D21).
Concepções docentes acerca dos tópicos para abordar a educação de inovação e empreendedorismo frugais.	14	11	- “A Inovação Frugal é vista como uma ajuda para os engenheiros fazerem a transição para a sustentabilidade. É importante utiliza o <i>DfS</i>, <i>ecodesign</i>, ciclo de vida do produto, Design Sistêmico e nas temáticas de educação da Inovação Frugal” (U68D2, tradução nossa); - “A Inovação Frugal é filha da tecnologia apropriada” (U69D2, tradução nossa); - “Geralmente, as universidades exigem o ensino de temáticas que atendam a questões tradicionais da indústria. A Inovação Frugal traz outra perspectiva, pois é voltada para a sociedade, sob um enfoque social, econômico e ambiental, incluindo comunidades vulneráveis. Isso exige abordar temáticas como a Economia Circular, empreendedorismo social e Inovação Social” (U70D3, tradução nossa); - “[...] fazemos um <i>mix</i> com Inovação Social, Economia Circular e Inovação Frugal, então essas primeiras temáticas são essenciais para a geração de inovações frugais no final do curso” (U71D4, tradução nossa); - “O <i>codesign</i> e a empatia são vitais, já que não deve ser o empresário quem propõe uma solução, como se fosse um ‘colonizador’ que traz a ‘salvação’. Ele não vivencia a situação de restrição, mesmo que ele faça diversas visitas nas comunidades que busca atender, ele nunca fará parte delas. [...] É fundamental que a solução surja com os usuários que experimentam a necessidade e que eles participem do time da inovação e complementem o processo com suas habilidades” (U72D5, tradução nossa); - “A Inovação Frugal se conecta com outras abordagens de inovação e com a Economia Circular. Também conecta com movimento <i>maker</i>, modelos de negócios sustentáveis e distribuição de última milha” (U73D5, tradução nossa); - “É importante incluir o tema da Economia Circular” (U74D7, tradução nossa); - “Faço discussões sobre justiça social e ambiental, e políticas públicas locais” (U75D6, tradução nossa); - “[...] não basta ser engenheiros se não conseguimos compreender porque existem diferenças na utilização dos recursos e nas relações sociais. Essas metateorias ajudam nessa compreensão” (U76D7, tradução nossa); - “Não queremos ser a mãe que sente frio e coloca o casaco no filho. Ou seja, não queremos impor soluções apenas porque acreditamos que isso ou aquilo é o que os outros precisam, esse é um aspecto importante a ser evitado, e a empatia e o <i>codesign</i> auxiliam nesse aspecto” (U77D8, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“Os temas que mais trado são reuso de recursos, sustentabilidade e movimento <i>maker</i>” (U78D14); -“[...] trabalho com temáticas de ergonomia, desenvolvimento sustentável, ODS, mudanças climáticas” (U79D19); -“[...] é importante tratar temáticas sobre desenvolvimento de projetos; modelos de negócios e alianças estratégicas” (U80D17, tradução nossa); -“Na disciplina Projeto de Design 2, utilizo metodologia de design, cultura e artesanato. [...] Uso o artesanato para que os estudantes projetem objetos que representam a sua cidade e região [...]. Os estudantes devem entrar em contato com artesãos locais e identificar os recursos e os processos que eles utilizam. Tivemos resultados muito interessantes, produtos muito marcantes” (U81D23, tradução nossa).
Concepções docentes acerca de abordagens e estratégias pedagógicas para educação de inovação e empreendedorismo frugais.	49	17	-“Peço aos estudantes que criem vídeos e respondam às seguintes perguntas: eu me vejo como um empreendedor? Já comecei? Que tipo de negócio já empreendi? Qual era minha perspectiva? Não me vejo como empreendedor, por quê? Qual é o negócio ou empreendimento dos meus sonhos, sem limites?” (U82D1, tradução nossa); -“[...] identificar as pessoas que podem ajudar a tornar o negócio uma realidade. Identificar os canais de distribuição de última milha” (U83D1, tradução nossa); -“Às vezes, os estudantes que não têm formação em administração ficam apreensivos de gerar modelos de negócios frugais porque é a primeira vez que abordam isso. Por isso, é importante que trabalhem em equipes heterogêneas, para tirá-los da sua zona de conforto” (U84D1, tradução nossa); -“Para as aulas faço aulas magistrais, aula invertida, utilizo Estudo de Caso, especialmente casos locais para inspira aos estudantes com experiências locais, utilizo também trabalho em equipe e <i>Pitch</i>, e convido empreendedores, mesmo que tenham fracassado, para que conheçam suas experiências de sucesso e fracasso” (U85D1, tradução nossa); -“Usar o Estudo de Caso é vital. Identifique um caso de Inovação Frugal local que atenda alguma necessidade básica de uma comunidade. Assim os estudantes podem perceber essa inovação como algo possível de realizar e reconhecer o seu impacto. Convide os estudantes a apresentar o caso [...]” (U86D1, tradução nossa); -“É importante focar no processo de design, de modo a integrar os elementos necessários para criar um produto frugal” (U87D2, tradução nossa); -“[...] aplico sessões de criatividade, <i>Brainstorming</i> e trabalho em equipes para gerar inovações frugais” (U88D2, tradução nossa); -“Combino diferentes estratégias de educação para que os alunos se envolvam no processo. Eu faço exposição de casos, mas eles também expõem, assim, fica mais dinâmico” (U89D3, tradução nossa); -“[...] quando tenho muitos estudantes, utilizo o trabalho em equipes” (U90D3, tradução nossa); -“[...] primeiro é necessário realizar exercícios de reflexão e autoconhecimento, para que o estudante descubra seu potencial como inovador frugal e reconheça como utilizar os recursos à mão” (U91D4, tradução nossa); -“Convidar os estudantes a que avaliem modelos de negócios frugais existentes e pensem em novas formas de aplicação no contexto local” (U92D4, tradução nossa); -“Pode ser utilizada uma lista de exemplos com um pequeno resumo de cada um, e posteriormente os estudantes devem realizar adaptações ao contexto local, tanto no nível de processo quanto de produto” (U93D4, tradução nossa); -“Incentivar a identificação de características diferenciadoras da Inovação Frugal e como se manifestam nos produtos, a partir do Estudo de Caso” (U94D4, tradução nossa); -“Motivo os estudantes a que reconheçam o ecossistema empreendedor local e os atores que podem participar no trabalho de campo para formular uma Inovação Frugal. Isso é solicitado como o trabalho final da disciplina” (U95D4, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“O convite de empreendedores e professores nesse campo do conhecimento é difícil devido à falta de casos nacionais [...]” (U96D4, tradução nossa); -“Utilizo trabalho em equipe, Estudo de Caso, projetos, entrevistas de campo, <i>Pitch</i>, e busca de informações em bancos de dados científicos e não científicos” (U97D4, tradução nossa); -“Pergunto aos estudantes quão frugal é sua rotina diária, para estimular a coerência com o que eles estão aprendendo e com o que fazem nas suas vidas [...]. Também aplico atividades ‘quebra-gelo’ para criar relações de confiança. É importante que eles mesmos possam se avaliar, eles preferem escutar outros estudantes e criarem suas próprias rotas de aprendizagem” (U98D5, tradução nossa); -“Desenvolver a Inovação Frugal demanda a identificação dos atores estratégicos dos ecossistemas de inovação e empreendedorismo local” (U99D5, tradução nossa); -“Solicito que os estudantes criem grupos de trabalho composto por pessoas de diferentes raças, cada grupo deve ter homens e mulheres, devem compartilhar interesses entre eles e ter uma rotina diária complementar para que possam se encontrar após as aulas. Também peço que dividam suas funções conforme as habilidades de cada pessoa. O líder depende da fase do trabalho, já que cada etapa demanda habilidades diferentes” (U100D5, tradução nossa); -“Sempre saliento que é muito importante deixar claro o que uma situação, o que uma necessidade, e o que é um problema [...] essa é a nossa base para entender o que devemos projetar e desenvolver como engenheiros frugais, sem isso podemos cair no erro de estar criar algo para atender apenas os sintomas do problema” (U101D6, tradução nossa); -“A interpretação das características da Inovação Frugal depende das perspectivas de conhecimento do estudante, não é igual para um engenheiro mecânico ou alguém da área de marketing. Sua forma de entendê-la é diferente, o que demanda o uso de diferentes dinâmicas de aprendizagem. Eu promovo a discussão, faço constantemente perguntas criativas” (U102D6, tradução nossa); -“Utilizo a ferramenta de autoconhecimento IKIGAI para alinhar valores, expectativas, objetivos e possibilidades de trabalho com os estudantes na disciplina” (U103D6, tradução nossa); -“Identificar os critérios da Inovação Frugal, por meio de um <i>checklist</i> e buscas de patentes” (U104D6, tradução nossa); -“Os estudantes devem incorporar seus conhecimentos em seu núcleo social e com produtores locais” (U105D6, tradução nossa); -“[...] estimular os estudantes a terem um pensamento crítico sobre sua realidade local, a partir de discussões em sala de aula sobre documentos que narram as problemáticas do país, para que eles entendam as necessidades como fontes da Inovação Frugal. [...]” (U106D6, tradução nossa); -“[...] as ferramentas ativas permitem que os alunos estejam sempre atentos e sintam-se desafiados, e podem utilizar seu celular [...]. Particularmente agora, os períodos de satisfação são cada vez mais curtos nos seres humanos, pelo que é necessário procurar instrumentos que permitam estimular sua atenção e seu interesse com atividades educativas de vários tempos e várias ações” (U107D7, tradução nossa); -“[...] em processos de aprendizagem criativos, como é o caso de ensinar inovação e empreendedorismo frugais, é recomendável dividir o processo em quatro blocos para incluir o perfil empreendedor, processos, produtos e contexto” (U108D4, tradução nossa); -“Resgatar frases contundentes, dramáticas ou entusiásticas relacionadas ao tema para gerar desafios e pensamento crítico. Também convido os alunos a refletirem sobre situações hipotéticas que podem acontecer localmente e que podem estar vinculadas à Inovação Frugal” (U109D7, tradução nossa); -“Questionar os estudantes sobre o que aconteceria se não for feita uma mudança na sociedade e o que aconteceria se os aspectos da Inovação Frugal não são considerados na geração de novos produtos” (U110D7, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“É importante que os alunos percebam a realidade local [...], eles, às vezes, não sabem o que tem lá fora. É incrível que seja assim! Mas eles não percebem que são muito privilegiados [...]. Eles precisam conhecer problemáticas tanto de comunidades vulneráveis quanto de organizações” (U111D8, tradução nossa); -“Institucionalmente como docente, ensinar a Inovação Frugal tem sido um esforço solitário. Convidei outros professores da universidade a participar das disciplinas, mas acho que eles não têm o mesmo interesse e compromisso com a temática [...] isso pode também estar relacionado com o fato de que ainda não é obrigatório ensiná-la [...]” (U112D8, tradução nossa). -“Convidar professores externos e internacionais é uma atividade interessante e pertinente para a educação do enfoque frugal. Nós já realizamos conferências e <i>workshops</i> com quatro docentes internacionais, de forma presencial e à distância, mas a crise da pandemia reduziu os recursos que utilizamos para essas dinâmicas [...]. Ademais, essas atividades demandam tempo e apoio institucional” (U113D8, tradução nossa); -“Os estudantes de Engenharia precisam do Estudo de Caso para reter sua atenção” (U114D9, tradução nossa); -“Trabalhamos com pessoas de países em desenvolvimento. Como somos dos Estados Unidos eles nos percebem como pessoas de poder, que sabem tudo, que têm dinheiro e isso torna a dinâmica de interação mais complexa, porque os usuários só falam o que acham que queremos ouvir e não o que realmente eles desejam e precisam. Além disso, o fato de realizarmos as atividades de graça influencia o nosso relacionamento com eles, porque acham que não devem complicar a nossa existência. Por isso, conhecer a sua realidade histórica é muito importante porque é a única ferramenta que nos permite conhecer verdadeiramente o que eles precisam, a partir da construção de relações de confiança e geração de conexão pessoal [...]” (U115D9, tradução nossa); -“Utilizo Estudo de Caso, Aprendizagem Baseada em Equipes, problemas e projetos, e <i>Pitch</i>” (U116D9, tradução nossa); -“Nossa disciplina é realizada com a participação de 5 docentes de diferentes áreas do conhecimento [...]. O objetivo de fazer esse <i>mix</i> de professores é capacitar os alunos de forma mais inovadora, em termos do conteúdo, pois, assim, eles recebem informações de diversas disciplinas simultaneamente [...] isso tem nos permitido criar uma matéria com enfoque interdisciplinar” (U117D10, tradução nossa); -“Utilizo fotos e histórias de pessoas para conscientizar os estudantes sobre o tipo de usuário que irá capturar valor através das suas propostas de produto e serviço” (U118D10, tradução nossa); -“Usamos a Aprendizagem Baseada em Desafios ou Problemas para que o estudante possa colocar em prática as informações obtidas na aula expositiva [...] E o Estudo de Caso também ajuda a criar um ambiente de aprendizagem muito mais real, ao permitir vincular o contexto acadêmico com as situações do mundo, para desenvolver conhecimento e apresentá-lo de forma adequada no formato de <i>Pitch</i>. [...] Nós utilizamos o <i>Design Thinking</i> como o caminho que traça as dinâmicas projetuais ao longo da matéria [...]” (U119D10, tradução nossa); -“Acho útil apresentar tendências de produtos no mundo, vinculadas aos setores de atuação que os estudantes têm mais interesse. Eu utilizei isso no <i>Frugal Lab</i> com empreendedores e funcionou muito bem” (U120D11, tradução nossa); -“[...] acho essencial mapear os ODS que os alunos têm interesse em desenvolver e depois criar os grupos. Isso facilita a seleção do problema a trabalhar. Também podemos identificar problemáticas que eles vivenciam para criar mais comprometimento. Isso funciona muito bem com alunos que moram em lugares em vulnerabilidade” (U121D11, tradução nossa); -“Para identificação do perfil do estudante faço o teste de modos cognitivos e para estimular o início das atividades aplico desafios de pensamento lateral de Edward de Bono” (U122D12, tradução nossa); -“Realizo um aquecimento com atividades de pensamento lateral ou pensamento criativo, anagramas, para que os estudantes pensem fora da caixa, gerar Inovação Frugal demanda isso” (U123D12, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“Utilizo Aprendizagem Baseada em Projetos para que os estudantes tomem decisões de marketing aplicadas a um produto ou serviço. No desenvolvimento desse projeto integrador é incorporada uma Inovação Frugal. Também utilizo, oficinas práticas dos temas tratados nas aulas e análise de casos” (U124D13, tradução nossa); -“A aprendizagem ativa permite formar sujeitos conscientes para atuar na sociedade. Isso é mais importante do que criar uma prova para que os estudantes respondam o que é Inovação Frugal. A educação de inovação e empreendedorismo frugais demanda uma aprendizagem experiencial com desafios reais” (U125D14); -“[...] trabalhar com diferentes professores ajuda para ter diferentes capacidades e ideais” (U126D14); -“A integração de diversos estudantes com Metodologias Ativas é crucial para promover a inter e transdisciplinar, [...] os engenheiros se concentram em entender o problema e sua estrutura, os administradores se concentram em pensar como resolvê-lo e entregá-lo a mais pessoas, os designers se concentram em como desenhar a solução e entender ao usuário. É por isso que é importante colocá-los juntos” (U127D15, tradução nossa); -“[...] a <i>Teamology</i> permite conformar interdisciplinares de alto desempenho. É uma forma de organizar os estudantes considerando suas habilidades e experiências” (U128D12, tradução nossa); -“Às vezes, tenho tido dificuldade com aspectos técnicos, então tenho que pesquisar questões de funcionalidades dos produtos, por isso é importante ter apoio de outros professores nas aulas, para ter uma abordagem interdisciplinar” (U129D17, tradução nossa); -“Fazemos leituras territoriais para identificar as necessidades das comunidades e vinculamos isso ao currículo” (U130D24, tradução nossa).
Concepções docentes acerca dos recursos educacionais para educação de inovação e empreendedorismo frugais.	28	19	-“Permito o uso de celulares para captar sua atenção. Por exemplo, gero dinâmicas no <i>Mentimeter</i>®, assim, os estudantes podem escanear códigos e participar das atividades através do celular durante as aulas” (U131D1, tradução nossa); -“Para criar um produto frugal você não precisa começar do zero e sim se inspirar no que já existe para fazer uma adaptação local” (U132D11, tradução nossa); -“O uso de diversos resultados de aprendizagem permite que os alunos não sintam que a matéria é monótona e fomenta diferentes competências pessoais e profissionais. Peço que entreguem resenhas, infográficos, vídeos, áudios, <i>slides</i>, e materiais que comprovem sua participação em eventos locais” (U133D1, tradução nossa); -“[...] utilizo o quadro, <i>post-its</i>, folhas em branco, pincéis, canetas, artigos científicos e cards” (U134D2, tradução nossa); -“Os estudantes devem entregar no final um artigo acadêmico, projetos finais, uma proposta de modelo de negócio, e um desenho da solução proposta” (U135D2, tradução nossa); -“[...] os alunos devem entregar um projeto que esteja relacionado ao seu estilo de vida ou trabalho” (U136D3, tradução nossa); -“É muito importante utilizar bons materiais audiovisuais para exemplificar a Inovação Frugal em diferentes facetas. Também podemos utilizar depoimentos, publicidade e exemplos de empresas que lançaram soluções frugais” (U137D4, tradução nossa); -“[...] uso artigos para identificar as características da Inovação Frugal, casos de Harvard [...] e material audiovisual para exemplificar a Inovação Frugal sob diferentes facetas, como depoimentos, publicidade, empresas que lançaram uma Inovação Frugal. É muito importante usar nosso MOOC, o <i>Podcast Onda Frugal</i> e as informações do site da nossa rede” (U138D4, tradução nossa); -“Utilizo os materiais que desenvolvemos na RELIF, o MOOC, o <i>Podcast Onda Frugal</i> e nosso site, para contextualizar aos estudantes com informações locais” (U139D5, tradução nossa); -“Devem entregar um protótipo, porque o verdadeiro objetivo é chegar a uma solução tangível para que o usuário possa se beneficiar dela. Mas os estudantes não precisam encontrar o fio preto, eles podem fazer uma adaptação ou integração de uma tecnologia existente para criar o protótipo frugal” (U140D6, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“A representação de ideias por meio de diversos formatos permite que os estudantes apropriem os conceitos de forma interativa e divertida, além de conscientizá-los no seu poder de criação e estimular diversas formas de expressão [...]. Isso fornece liberdade de entendimento do que foi visto em aula” (U141D7, tradução nossa); -“Utilizo vídeos curtos, filmes, leituras de livros e artigos acadêmicos e não acadêmicos, <i>blogs</i>, charges, quadrinhos [...]” (U142D7, tradução nossa); -“[...] para os resultados avaliativos, peço mapas mentais e desenhos para que os estudantes expressem suas ideias de diversas formas” (U143D7, tradução nossa); -“Usamos o <i>Teams</i>® e o <i>Moodle</i>®, porque permitem compartilhar arquivos, além de realizar reuniões e apresentações [...], costumo combinar o uso das duas plataformas” (U144D8, tradução nossa). -“Peço aos estudantes que escrevam uma resenha sobre a sua formação e sobre sua perspectiva de onde esperam estar daqui a 5 ou 7 anos. Isso permite identificar se eles criaram alguma consciência e interesse no enfoque frugal [...]” (U145D8, tradução nossa); -“Peço aos alunos que façam desenhos, depois peço que descrevam quais habilidades básicas que utilizaram, qual o maior obstáculo, qual a solução, e fazem um <i>Pitch</i> de 15 minutos para apresentar o processo de análise e a solução [...]” (U146D9, tradução nossa); -“Utilizamos <i>Miro</i>®, já que permite a interação simultânea e dinâmica com os estudantes e os professores que participam da aula. Navegar na plataforma é muito fácil” (U147D10, tradução nossa); -“Utilizo <i>Zoom</i>®, <i>Teams</i>®, <i>Mural</i>® e <i>Miro</i>®. Os <i>TED Talks</i> também ajudam muito a inspirar os alunos” (U148D12, tradução nossa); -“[...] devem entregar um projeto final que descreva a concepção, desenvolvimento e lançamento de um novo produto ou serviço frugal para o mercado local com mais vulnerabilidade socioeconômica” (U149D13, tradução nossa); -“O processo de aprendizagem e transformação é vital, então, na educação de inovação e empreendedorismo frugais o importante é o processo e não necessariamente o resultado. [...] os estudantes devem iniciar a partir de produtos existentes e fazer uma nova versão com recursos disponíveis para que seja mais barato” (U150D14); -“Uso a ferramenta <i>Miro</i>® para tornar tangível um espaço comum <i>online</i> e uso papel em branco e canetas para o formato presencial” (U151D14); -“Peço que entreguem planos de negócios, que indiquem como esse plano permite atender aos ODS e um <i>Pitch</i> final com avaliadores externos” (U152D17, tradução nossa); -“A Inovação Frugal é uma alternativa às coisas que já existem [...] é importante fazer uma comparação entre as características do produto normal e o protótipo proposto que transforma esse produto” (U153D17, tradução nossa); -“É importante utilizar ferramentas de divulgação aberta como nosso <i>Podcast Onda Frugal</i> e nosso MOOC, para pessoas que não são especialistas ou são estudantes. Também peço que usem seus computadores” (U154D17, tradução nossa); -“Eu sempre falo aos meus estudantes que eles não têm que inventar a roda, só demonstrar que ela gira. Também peço que utilizem materiais renováveis [...] é importante utilizar materiais que sejam de fácil acesso para a comunidade que vai usar a solução” (U155D20); -“A prototipagem digital é uma vantagem porque permite que os processos sejam mais econômicos, gastem menos recursos, melhorem o acesso aos produtos necessários dentro dos processos [...] também ajuda a produzir processos mais rapidamente” (U156D23, tradução nossa); -“Utilizo <i>Genially</i>® para que os estudantes criem seus projetos digitais. Permite criar conteúdo divertido e chamativo” (U157D24, tradução nossa); -“Peço aos estudantes que transformem suas ideias em um protótipo digital. Isso lhes permite ter consciência de que podem gerar modelos digitais otimizados [...]” (U158D25, tradução nossa).

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
Concepções docentes acerca de ferramentas, métodos e abordagens para geração de soluções frugais.	17	13	-“Utilizo <i>Lean Canvas</i>, Diagrama de Gantt e Análise Funcional, 5 porquês e E se?” (U159D2, tradução nossa); -“[...] há um modelo de <i>Lean Canvas</i> com enfoque frugal. Ele surgiu a partir de nossos grupos focais com os estudantes. Ele é bem prático e permite incluir todas as características da Inovação Frugal em um plano de negócio, em processos que utilizam a rota do <i>Design Thinking</i>” (U160D5, tradução nossa); -“[...] prefiro pedir aos estudantes que utilizem a encenação como forma de entregar um protótipo de serviço. Também utilizo “o herói de mil faces” de Joseph Campbell para incentivar o uso de <i>Storytelling</i>” (U161D7, tradução nossa); -“O uso do TRIZ com o <i>Design Thinking</i> permite criar um <i>match</i> mágico para trabalhar com desafios e gerar características únicas e mais complexas em produtos e serviços com enfoque frugal [...]. Ademais, usamos a <i>Technology Readiness Levels</i> para incentivar o desenvolvimento de soluções de nível 2 e 3, e assim obter ideias que tenham algum grau de tangibilidade, o que nos permite pensar em um protótipo, mesmo que seja em baixíssima resolução” (U162D10, tradução nossa); -“O uso dessas ferramentas deve estar focado na oportunidade de errar, e isso deve ser explicado desde o início para evitar receios nas entregas e apreensões com críticas durante o processo. Eu sempre digo a eles que devemos confiar no processo, porque vamos aprender e entender ao longo do caminho, então, não há nada bom ou ruim, simplesmente são resultados” (U163D11, tradução nossa); -“Utilizo Mapa da Empatia, Desafio Estratégico, Persona, Diagrama de Afinidades e o <i>Business Model Navigator</i>” (U164D11, tradução nossa); -“[...] o <i>Business Model Navigator</i> é uma ferramenta que permite responder 4 perguntas específicas: quem (usuário), o quê (proposta de valor), como (cadeia de valor) e por quê (modelo de receita). Acho ela ótima para criar, de forma ágil, modelos de negócio mais inovadores que podem passar rapidamente para a fase de prototipagem” (U165D11, tradução nossa); -“Se você não tiver um espaço curricular amplo para as aulas ou as oficinas de Inovação Frugal, pode utilizar as etapas do <i>Human-Centered Design</i> que são 3, em vez dos 5 passos do <i>Design Thinking</i> [...]. Assim agregará flexibilidade a suas propostas educacionais, já que pode criar uma disciplina de 5 meses ou simplesmente ministrar uma oficina de 30 horas com sessões específicas. Tudo isso irá depender do perfil do aluno, do tempo disponível, dos objetivos traçados em cada etapa e das ferramentas utilizadas ao longo do percurso para atender ao usuário final [...] (U166D4, tradução nossa); -“Uso a ferramenta <i>How Might We?</i> para avaliar a experiência do curso e planejar desafios que considerem os ODS” (U167D12, tradução nossa); -“Utilizo <i>Design Thinking</i>, Design Centrado no Usuário, ferramentas de projetos e ferramentas digitais colaborativas, entrevistas grupais e imersão em campo” (U168D12, tradução nossa); -“O cérebro guarda memória tangível [...] a impressão 3D ajuda a direcionar para aquilo que você quer” (U169D14); -“O <i>Design Thinking</i> é importante para os alunos terem liberdade de pensar e criar Inovação Frugal. Isso deve ser desde o início. Também utilizamos o que tivermos disponível em sala de aula” (U170D14); -“Uso Mapa dos <i>Stakeholders</i>, para que identifiquem os principais atores que podem apoiar no processo de geração de uma Inovação Frugal” (U171D15, tradução nossa); -“Utilizo <i>Design Thinking</i>, <i>Human-Centered Design</i>, <i>Lean Canvas</i>, Mapa dos <i>Stakeholders</i>, Jornada do Usuário, Persona, entrevistas individuais e grupais, projeções financeiras e Pesquisa <i>Desk</i>” (U172D17, tradução nossa); -“Utilizo <i>Storytelling</i>, <i>Storyboard</i>, <i>Lean Canvas Model</i>, <i>LEGO® Serious Play®</i> [...] permitem tirar ideias da cabeça, destravar e trazer a trajetória de criação” (U173D21); -“Recomendo utilizar a impressão 3D para produzir uma primeira versão do produto e fazer correções agilmente” (U174D23, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“A impressão 3D não é algo novo, mas abrange cada vez mais setores da indústria, desde micro e macro atividades. Então, representa uma ótima opção para geração de protótipos frugais” (U175D25, tradução nossa);
Concepções docentes acerca das habilidades e competências específicas de processos de educação em inovação e empreendedorismo frugais.	34	15	-“O estudante deve aprender a apresentar ideias e conceitos de modelos de negócio de forma clara e convincente, captando o interesse e a confiança de quem ouve o projeto. Eles devem reconhecer-se como empreendedores, devem saber fazer <i>Pitch</i> e se colocar como o protagonista. O público deve entender que as suas ideias de negócio não andam sem eles” (U176D1, tradução nossa); -“É vital relacionar a atividade empreendedora com práticas éticas de negócios que contribuam para o desenvolvimento de valor com a comunidade atendida” (U177D1, tradução nossa); -“A abordagem sistemática permite detalhar o passo a passo para a geração da Inovação Frugal e selecionar os critérios que mais se adequam aos aspectos culturais locais, e também identificar os seus impactos no planeta” (U178D2, tradução nossa); -“[...] os estudantes aprendam a se comunicar de forma científica e também com atores locais para resolver problemas reais [...]” (U179D2, tradução nossa); -“Estimular a criatividade para gerar produtos frugais” (U180D3, tradução nossa); -“O aluno deve questionar a realidade ao seu redor, o que aconteceria se fizesse isto ou aquilo, o que seria essencial nesse atuar [...]. As aulas não devem se tornar uma transmissão de conhecimento, mas sim co-construir esse conhecimento, e para isso o pensamento crítico é fundamental [...]” (U181D4, tradução nossa); -“Os estudantes devem ser capazes de propor uma estratégia para adaptar localmente uma Inovação Frugal, tanto em produto quanto em modelo de negócios [...] eles devem decidir o que fazer para que um produto local se torne numa Inovação Frugal, levando em conta as restrições de recursos e aspectos socioambientais do nosso contexto” (U182D4, tradução nossa); -“O estudante deve compreender plenamente as experiências dos outros, para codesenhar a Inovação Frugal, incluindo a participação das pessoas que vivenciam o problema” (U183D5, tradução nossa); -“No final do caminho, o objetivo é que os estudantes entendam que a Inovação Frugal visa a otimização de recursos, fazer melhor com menos recursos. Isso demanda que os estudantes aprendam a resolver e/ou reconsiderar efetivamente situações, processos ou produtos com os recursos disponíveis no contexto, indo além do óbvio” (U184D5, tradução nossa); -“A recursividade pode ser estimulada na vida cotidiana dos alunos, nas suas atividades do seu dia-a-dia, na sua empresa, no seu trabalho” (U185D5, tradução nossa); -“Os estudantes devem identificar as causas fundamentais de um problema, seus padrões e pontos de alavancagem, para mudar positivamente a dinâmica do sistema” (U186D5, tradução nossa); -“É importante identificar e analisar o que está acontecendo em nosso contexto, para dar sentido ao tratado nas aulas e construir uma mentalidade frugal a partir desse ponto de vista” (U187D5, tradução nossa); -“É importante pensar na ética e no propósito da solução frugal, pois inclui aspectos sociais e ambientais e, acima de tudo, respeitar e atender a qualidade de vida do usuário” (U188D5, tradução nossa); -“Os estudantes devem construir e materializar propostas, em comunicação, complementaridade e cooperação com pessoas de diferentes disciplinas ou competências úteis para um projeto comum” (U189D5, tradução nossa); -“Fazer Inovação Frugal exige conhecer o núcleo social dos usuários que irão utilizar essa inovação, e isso envolve a emoção dos alunos para que eles tenham um motor de desenvolvimento e possam dar continuidade à solução. Eles devem ser convidados a reconhecer as necessidades dos seus bairros e as aspirações dos universitários locais” (U190D6, tradução nossa); -“Os estudantes devem conhecer a agenda regional e as políticas locais para gerar <i>insights</i> sobre sua realidade” (U191D6, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“É importante que os estudantes entendam que sua percepção não é a mesma daqueles que experimentam as necessidades. [...] Os estudantes devem explorar os sentidos e descobrir o outro, para quebrar preconceitos sobre a realidade” (U192D7, tradução nossa); -“O estudante deve sentir que pode se equivocar e pensar de forma diferente para permitir esse respeito e diversidade no outro” (U193D7, tradução nossa); -“A escuta ativa e a observação são essenciais. Eu faço atividades para estimular isso nos estudantes. Por exemplo, peço a eles que caminhem pela universidade com um <i>checklist</i> para que possam observar e sair da normalidade, e perceber que a realidade é relativa e assim geram opiniões diferentes [...]. Nossas referências de vida determinam nossa visão do presente. Os objetos não são iguais para todos” (U194D7, tradução nossa); -“Os estudantes devem adquirir um compromisso humanista durante o desenvolvimento de projetos da Inovação Frugal” (U195D8, tradução nossa); -“Uma das competências genéricas que devem ser fomentadas em projetos de Inovação Frugal é a competência digital [...] há coisas que já foram desenvolvidas em outros lugares, então os estudantes devem identificar digitalmente o que existe e se inspirar. Eles podem até desenvolver manuais de usuário e técnicos com ferramentas digitais. Isso pode ajudar a criar manuais esteticamente atraentes, sem muito texto e mais amigáveis” (U196D8, tradução nossa); -“Os estudantes devem aprender a se comunicar com pessoas de diferentes países, culturas, crenças e formações. Devem ser capazes de criar conexões de confiança, manter uma conversação e realizar perguntas pertinentes ao assunto da Inovação Frugal” (U197D9, tradução nossa); -“[...] investigar, conversar, interagir e empatizar com o usuário, extrair as informações necessárias para co-constituir o produto e identificar os pontos problemáticos, de modo a projetar de acordo com essas necessidades, pois o objetivo é resolver para as pessoas e não para o problema. Os estudantes devem se questionar como suas habilidades podem ajudar a sociedade, não apenas a indústria. Para isso utilizamos a pedagogia inaciana, estimulamos habilidades técnicas, consciência ética e espiritual, e compaixão” (U198D9, tradução nossa); -“Não basta apenas identificar o usuário, é preciso entender o que o machuca, o que gosta, o que o incomoda, o que o apaixonou. É por isso que os estudantes devem primeiro entender o problema antes de tentar resolvê-lo” (U199D10, tradução nossa); -“Os estudantes devem ser capazes de transmitir claramente suas ideias de negócio, tanto para as comunidades quanto para as empresas e outros atores da sociedade. Então, o tempo todo exigimos apresentações orais com diferentes critérios de avaliação, tais como tempo, tom da voz, pertinência das informações e uso do espaço” (U200D10, tradução nossa); -“A construção de relações com pessoas de diferentes formações permite que os estudantes tenham diversos pontos de vista da realidade e formulem soluções com mais impacto para a sociedade e o planeta” (U201D10, tradução nossa); -“Hoje as habilidades digitais são essenciais para qualquer estudante, sobretudo, em processos de desenho” (U202D10, tradução nossa); -“É muito importante que os estudantes analisem e interpretem o usuário e o seu contexto para entender essa realidade como fonte de informação para a tomada de decisão com enfoque frugal” (U203D11, tradução nossa); -“É necessário fomentar a aprendizagem na criação e na gestão de mudanças sistêmicas, com ajuda de equipes interdisciplinares para fomentar o triplo impacto da Inovação Frugal” (U204D11, tradução nossa); -“Estimulamos o pensamento crítico para que os estudantes façam uma diferenciação entre problema, causa e consequência” (U205D15, tradução nossa); -“[...] formamos os estudantes, sob uma perspectiva holística, então as competências de ser inovador e empreendedor frugal devem estar fundamentadas em 5 C: Consciente, Competente, Compassivo, Comprometido e Colaborativo” (U206D15, tradução nossa); -“É vital se colocar no lugar do outro e prestar atenção ao contexto e ao usuário, isso exige empatia” (U207D17, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“[...] empatia para colher o que a comunidade fala, compreensão daquilo que as pessoas falam, colher a demanda da comunidade ou empresa, poder trabalhar juntos, trabalhar em equipe” (U208D19); -“Estimular a criatividade para gerar novas ideias e combinar recursos de maneiras não convencionais” (U209D14).
Concepções docentes acerca da interação com a sociedade para atividades educacionais de inovação e empreendedorismo frugais.	24	10	-“Na universidade temos uma atividade denominada ‘Projetos de Aplicação Profissional’, que permite que os estudantes trabalhem com serviço social em comunidades vulneráveis locais. Assim, eles podem ter uma aproximação com a realidade de meninos em situação de rua, mães solteiras, pessoas com recursos limitados e migrantes” (U210D1, tradução nossa); -“A insegurança social tem sido uma barreira para incentivar a criação de projetos sociais” (U211D1, tradução nossa); -“[...] o processo de educação em inovação e empreendedorismo frugais deve ser uma experiência o mais situada possível” (U212D5, tradução nossa); -“Os estudantes devem ter a opção de realizar uma imersão em uma área geográfica específica para identificar necessidades e prototipar [...]. Eu incentivo os estudantes a trabalharem com o ecossistema local, através de programas de mentoria, ou editais públicos com foco socioambiental. Os atores também são convidados a participarem de exposições de projetos finais da disciplina e, assim, os estudantes podem receber seus <i>feedbacks</i>” (U213D5, tradução nossa); -“A imersão em campo é importante, mas foi desacelerada por motivos de segurança local. A crise econômica e social do país está tornando difícil realizar algumas atividades. Já tivemos experiências complicadas com estudantes que estavam realizando visitas de campo em uma comunidade indígena local” (U214D5, tradução nossa); -“Durante as aulas, convidamos pessoas que mantêm limpo o <i>campus</i> da universidade, os jardineiros, o pessoal da central de atendimento, os que lavam carros. Isso permite conhecer diferentes perspectivas de vida e de uso das coisas, além de incentivar a identidade institucional” (U215D5, tradução nossa); -“Descobrir o outro e respeitar o outro, criar uma conexão real em comunidade, tudo isso faz parte de ensinar a Inovação Frugal. Reconhecer os aspectos sociais e culturais é muito importante para formular uma solução que realmente o usuário possa utilizar e que atenda seu estilo de vida. Não adianta de nada criar algo que o usuário vai ter vergonha de usar por questões de <i>status</i>, ou que não vai saber como usar. Os estudantes devem entender diferentes realidades para aprender a valorizar a vida do outro, entender nos prepara para respeitar” (U216D7, tradução nossa); -“[...] é fundamental interagir e adquirir compromisso com uma comunidade local para compreender as suas necessidades, sem isso a comunidade pode pensar que não vamos voltar lá e não estabelecem confiança” (U217D7, tradução nossa); -“[...] sugiro ter um contato confiável dentro das comunidades para facilitar o processo. Nós aproveitamos os convênios que tínhamos com os agentes responsáveis pelo Programa de Economia Social do Município de Puebla, assim conseguimos selecionar as melhores áreas de trabalho e conseguimos apoio institucional. Isso também facilitou a entrega dos protótipos e dos manuais para os usuários” (U218D8, tradução nossa); -“[...] espero que você consiga descobrir como vincular a disciplina em diferentes semestres para realizar projetos mais longos. Há estudantes que não continuam nos projetos porque não se sentem tão inovadores, ou não acham tão bonito o que fazem, mas, talvez, o que eles precisam é de mais tempo para fortalecer suas ideias. Por isso, temos um espaço curricular chamado ‘Área de Síntese e Avaliação’, que é desenvolvido durante três semestres por meio de três disciplinas, com estudantes de graduação da Engenharia” (U219D8, tradução nossa); -“Sendo uma universidade localizada no Vale do Silício, a maior dificuldade é conseguir que os alunos saiam da sua bolha e do que acham que é “normal”, para ver uma realidade totalmente diferente [...] Muitos dos nossos alunos são pessoas muito privilegiadas e isso faz com que seja difícil para eles entenderem como é desenvolver um produto para um mercado emergente. Eles têm dificuldade em entender que \$3 dólares podem fazer uma grande diferença para uma comunidade rural [...]” (U220D9, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			- “[...] a população relatou que utilizavam luvas durante o trabalho e só tiravam elas quando voltavam às suas casas, então não podiam utilizar o celular durante a recolecção. Isso permitiu que os alunos identificassem a importância de entender o contexto e o usuário, e como sua solução pode simplesmente ser descartada por falta de conhecimento desses aspectos” (U221D9, tradução nossa); - “É necessário promover uma aproximação entre o grupo de estudantes e a Base da Pirâmide local, para sensibilizá-los e que apliquem os tópicos tratados durante as aulas” (U222D13, tradução nossa); - “É importante identificar e interagir com o líder social da comunidade em diferentes espaços sociais, em reuniões comunitárias, parques, lojas ou associações que já participam ativamente da comunidade. Isso permite identificar seu poder na comunidade e obter dados relevantes” (U223D18, tradução nossa); - “Ninguém conhece melhor a problemática do que a própria comunidade que a vivencia [...] treinar aos seus membros para que participem do processo de gerar a Inovação Frugal é vital para aumentar a possibilidade de sucesso do projeto” (U224D18, tradução nossa); - “Temos a participação de psicólogos universitários para definir a abordagem das entrevistas de campo. Já tivemos uma situação de estresse pós-traumático por causa de uma problemática socioambiental que aconteceu na comunidade estudada [...] utilizamos ferramentas psicológicas, com acompanhamento de especialistas na área. A universidade nos apoia muito nessas atividades e nos fornece recursos” (U225D18, tradução nossa); - “Trabalhar juntos e entender que o conhecimento deles é diferente, que às vezes precisa passar pelo filtro, mas é um conhecimento que precisa ser acolhido e valorizado” (U226D19); - “Nós já tiramos muitos ensinamentos com a comunidade [...] eles deram uma lição na gente, porque nós não estávamos conseguindo extrair um recurso, e nós achávamos que nosso equipamento não servia para nada, aí eles explicaram o que estava acontecendo [...]” (U227D19); - “O <i>codesign</i> é fundamental, se vocês chegarem lá com uma solução pronta sem eles não dá certo [...]. A ideia tem que vir deles, porque, às vezes o problema é muito mais complexo do que a gente pensa, e são eles que conhecem a realidade [...] só falta alguém fazer gestão disso ou mesmo ter os recursos, porque eles já te falam deve ser assim ou assado, eles já têm tudo na cabeça” (U228D20); - “Ninguém precisa ser um gênio, já existem soluções no mundo só que as pessoas da Base da Pirâmide não têm acesso a essas informações [...]. Então, aí é que a gente tem que ajudar, fazer a ponte entre a fonte de conhecimento e a necessidade de conhecimento” (U229D20); - “O maior desafio é criar uma relação de confiança com a comunidade [...], tem que ter alguém para fazer a intermediação com a comunidade [...] alguém que tenha força na comunidade, que a comunidade acredite nele e que eles acreditem na gente. Então, o problema deve ser resolvido com eles e estar sempre envolvidos com a liderança da comunidade” (U230D20); - “Fazemos o processo de educação por dois semestres para depois entregar um protótipo que envolvesse biotecnologia, mas de baixo custo, com características frugais. Isso dá mais tempo aos estudantes para consolidar suas ideias” (U231D20); - “[...] eles têm que se sentir protagonistas do processo” (U232D20); - “[...] a interação com o contexto local permite que os alunos desenvolvam a sua capacidade de ler seu ambiente, compreender suas comunidades e suas necessidades, para poder desenvolver soluções a problemáticas territoriais” (U233D22, tradução nossa);
Concepções docentes acerca do perfil do professor regente do processo de educação em IF e EF	32	16	- “Tenha paciência, é possível que o aluno não consiga compreender 100% a Inovação Frugal. O importante é implantar sementes do enfoque frugal, assim o aluno irá sair da disciplina com outra perspectiva do mundo” (U234D1, tradução nossa); - “Para facilitar a transmissão do conceito da Inovação Frugal é importante criar fronteiras entre conceitos de diversos tipos de inovação que possuem relação com o enfoque frugal” (U235D2, tradução nossa); - “[...] o professor deve ser um exemplo de uso da perspectiva frugal na sua vida e nas atividades em aula” (U236D5, tradução nossa); - “É importante que o professor do enfoque frugal tenha experiência como professor de inovação e empreendedorismo, pois é preciso conhecer um processo básico de empreendedorismo e, a partir daí, montar as competências e os conhecimentos necessários para ensinar a temática” (U237D5, tradução nossa);

(continua)

(continuação)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“Você está ensinando algo que não está no sistema e esse é meu argumento mais forte para fazê-lo e solicitar mais espaço para ensiná-lo [...]. Devemos aumentar a conscientização até que possamos projetar a partir dessa abordagem em toda a universidade” (U238D5, tradução nossa); -“As demandas educacionais e do mundo atual já estão nos exigindo buscar uma nova forma de interagir com o aluno e com a realidade, a partir de abordagens que integralizam o impacto social, ambiental e econômico” (U239D6, tradução nossa); -“Tenha paciência, você irá aprender durante o processo e será muito bom e gratificante” (U240D8, tradução nossa); -“[...] tenho tido o apoio de um professor que foi diretor do Programa de Engenharia e isso ajudou a ter um espaço institucional nos novos planos de estudos e realizar atividades projetuais com comunidades locais” (U241D8, tradução nossa); -“Estamos procurando um modelo complementar [...]. Precisamos de um modelo de ensino que permita criar comprometimento além do feito em aula para dar continuidade aos projetos frugais [...]” (U242D8, tradução nossa); -“[...] aqui nos Estados Unidos, temos uma sala gigante para dinâmicas grupais, o lugar possui mesas com risque-rabisque e telas que facilitam o desenvolvimento das atividades de ideação e socialização, mas, quando fui ao México não vi isso, então utilizamos apenas papel. O importante é dominar a dinâmica de ensino e se adaptar ao que tiver no ambiente” (U243D9, tradução nossa); -“Devemos ser criativos para gerar ideias que se tornem inovações frugais. Isso significa que como docente devo ser capaz de selecionar e aplicar diversas ferramentas ou, mesmo, criá-las, para facilitar o processo de aprendizagem” (U244D12, tradução nossa); -“É importante ter paciência e estabelecer uma segurança psicológica no ambiente de ensino para que os estudantes possam se expressar. Não existe ideia errada ou ruim” (U245D14); -“Desenvolver uma empatia muito grande com a turma [...] para criar um ambiente divertido e agradável de <i>codesign</i>” (U246D14); -“Pensar fora da caixa [...] os alunos devem ter liberdade de pensamento” (U247D14); -“Nós estamos em um campo exploratório, porque a Inovação Frugal é muito jovem, então devemos deixar as coisas saírem [...]. Como docente frugal utilizo a criatividade para apresentar aos estudantes a Inovação Frugal como uma estratégia de inovação que permite o <i>codesign</i>” (U248D14); -“É necessário ter uma metodologia ou conjunto de etapas que seja uma alternativa de educação em inovação e empreendedorismo frugais, que permita aos alunos seguir naturalmente o caminho do design com uma abordagem frugal [...] que permita ao professor ter uma lista de verificação sobre que está projetando com os estudantes” (U249D16, tradução nossa); -“É fundamental ter experiência de vida e conhecer outros contextos [...]” (U250D17, tradução nossa); -“A parte metodológica sobre como ensinar inovação e empreendedorismo frugais ainda é fraca, no sentido de que não existe uma metodologia que diga você deve ensinar isso assim ou assado” (U251D15, tradução nossa); -“Não devemos agir como heróis, porque não pretendemos salvar as comunidades, mas sim colaborar com o nosso compromisso social com a sociedade. Eles são nossos vizinhos. Embora existam divisões imaginárias na nossa sociedade, moramos no mesmo território e temos a obrigação de criar um bom ambiente para todos” (U252D18, tradução nossa); -“No mundo de inovação e empreendedorismo frugais é necessário ter conhecimento contextual, conhecimento da rua, para descobrir as necessidades e as aspirações das pessoas da Base da Pirâmide local, caso contrário o docente pode estar perdendo 40% ou 50% da informação relevante para projetos” (U253D12, tradução nossa); -“Devemos aprender durante o processo de erro, <i>learning by doing</i>” (U254D21);

(continua)

(conclusão)

Categorias	Quantidade	No. de docentes	Excertos das falas dos entrevistados
			-“Diferenciar gambiarra de Inovação Frugal [...] até na academia as pessoas acham que Inovação Frugal é a gambiarra, é não, ela é o topo das inovações emergentes, que envolve Engenharia e desenvolvimento tecnológico” (U255D21); -“Têm estudantes da Base da Pirâmide que não sabem nada sobre tecnologia, então é importante contextualizar o conhecimento” (U256D21); -“[...] é necessário utilizar uma linguagem adequada ao público para gerar envolvimento emocional. Isso promove o engajamento no grupo” (U257D21); -“[...] a Inovação Frugal não nasce no gostosinho, não nasce no confortável [...] “Se você quiser criar uma inovação boa, vê com que você está muito bravo e pensa como resolver isso” (U258D21); -“Ter um <i>framework</i> é importante porque é necessário ter um começo, meio e o fim, para ajudar aos estudantes e aos professores a entender o percurso de criação de inovações frugais na universidade” (U259D21); -“É importante ter experiência empresarial, porque estamos ensinando a produzir produtos [...]. O conhecimento e as competências industriais proporcionam suporte e mecanismos para guiar os alunos sobre os materiais e processos de produção que podem utilizar. Não basta ter apenas experiência acadêmica” (U260D23, tradução nossa); -“Temos o desafio de nos adaptar a determinadas situações, por exemplo, não é comum que numa universidade os professores tenham alunos que não sabem usar um computador [...] é algo que você pensa que eles deveriam saber, mas, ao mesmo tempo, você se questiona por que eles deveriam estar preparados para isso” (U261D24, tradução nossa); -“Ser criativo no sentido de gerar novas estratégias educacionais, através de recursos digitais e não digitais” (U262D24, tradução nossa); -“Temos alunos de todas as camadas socioeconômicas do país e, às vezes temos que mostrar de forma simples alguns processos, pois, para algumas pessoas os processos são óbvios, mas para outras são difíceis de entender [...] (U263D25, tradução nossa); -“O professor pode ter muito conhecimento, mas se não sabe comunicá-lo, ou não utiliza as ferramentas adequadas, não terá sucesso na transferência de conhecimento [...]” (U264D25, tradução nossa); -“Solicitar aos estudantes que repliquem um passo a passo permite que eles sintam menos hostis as ferramentas e o novo conhecimento, [...] eles começam a perder o medo, começam a se sentir confiantes [...] é importante ajudá-los a iniciar o trabalho para que façam parte da solução do problema e complementem o processo com seus conhecimentos e repertórios sociais” (U265D25, tradução nossa).

Fonte: Elaborado a partir dos achados da pesquisa.

APÊNDICE P – Unidades de significado de entrevistas com estudantes brasileiros

Quadro 62 – Unidades de significado de entrevistas com estudantes brasileiros

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
Avaliação de viabilidade do artefato. <u>Total de concepções: 118</u>	O número de encontros (aulas) foi suficiente para você?	19	-“Acho que seria vantajoso acrescentar alguns sábados. Ou reservar mais sábados para a prototipagem” (U1E1); -“Sim” (U2E2); -“Sim” (U3E3); “[...] acredito que se tivesse mais encontros aos sábados, principalmente com atividades práticas, teria sido adequado o número de aulas” (U4E4); -“Poderiam ter mais aulas aos sábados” (U5E5); -“Sim, porém poderia ceder as aulas para fazer junto com os alunos do incluir” (U6E6); -“Poderia ter mais com os estudantes do Programa Incluir” (U7E7); -“[...] tempo das aulas de sábado foram mais aproveitadas em relação às aulas de quinta, em termos de socialização e interação para geração de ideais” (U8E8); -“Sim” (U9E9); -“Sim” (U10E10); -“Sim” (U11E11); -“Sim” (U12E12); -“Sim” (U13E13); -“Sim” (U14E14); -“Sim” (U15E16); -“Não poderia ter mais, pois foi produtivo demais” (U16E17); -“Sim” (U17E18); -“Sim” (U18E19); -“Eu faria o teste de incluir mais 2 encontros aos sábados e diminuir dois encontros às quintas”(U19E15).
	O tempo para cada encontro (aula) foi adequado?	19	-“No sábado achei alguns tempos curtos” (U20E2); -“[...] somente no sábado que às vezes era um pouco corrido o tempo” (U21E3); -“Sim” (U22E5); -“Sim” (U23E6); -“O desenvolvimento das ferramentas aos sábados, às vezes ficavam com um tempo apertado” (U24E7); -“Sim” (U25E8); -“[...] no sábado, acredito que se tivesse mais participantes do Incluir, 2h não seria suficiente” (U26E9); -“[...] acho que se tivéssemos mais estudantes do Programa Incluir não daríamos conta [...], o número foi adequado porque não temos experiência prévia de interação com esse tipo de pessoas e temos que agilizar o trabalho aos sábados [...]. Temos só uma pessoa do projeto social por grupo e já está sendo desafiador” (U27E11); -“[...] para mim o número de estudantes do projeto social por grupo é adequado. A gente está conseguindo avançar bem e estamos conversando entres todas” (U28E12); -“Sim” (U29E10); -“[...] o tempo de aula na quinta foi suficiente, mas nos sábados prejudicava um pouco o desenvolvimento do grupo, ficávamos correndo contra o tempo para terminar os entregáveis e por isso, não tínhamos a quantidade de informação desejada” (U30E11);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			-“Sim” (U31E12); -“Ótimo” (U32E13); -“Acredito que sim, mas eu teria aumentado um pouco aos sábados” (U33E14); -“As quintas poderiam ter sido 30 minutos menos, aos sábados varia muito de acordo com a atividade do dia, mas de forma geral, foi adequado” (U34E15); -“Foi, sim” (U35E17); -“Sim” (U36E18); -“Sim” (U37E19); -“Sim” (U38E1).
	O ambiente físico em que trabalhamos foi confortável?	23	-“Sim” (U39E1); -“Sim, muito!” (U40E2); -“Sim” (U41E3); -“Foi confortável [...], não sei se adequado para o processo criativo, pela iluminação e pelas mesas pequenas” (U42E4); -“Sim” (U43E5); -“Sim” (U44E6); -“Sim” (U45E7); -“[...] as aulas de quinta-feira foram prejudicadas pela sala inadequada. Ela era muito grande, escura e o projetor não funcionava corretamente” (U46E8); -“Muito adequado o ambiente [...] o quadro desenhado, música, cheiro, biscoitos” (U47E9); -“[...] destaque positivo pro sábado” (U48E10); -“[...] a professora sempre prezou por construir um ambiente agradável” (U49E11); -“Sim” (U50E12); -“Ótimo, inclusive um dos melhores que já tive na UFMG, todo o apoio, ambientação, e condução da professora foi excepcional. Sempre havia um esforço nítido buscando que tudo desse certo” (U51E13); -“Parabéns por construir um ambiente mais confortável [...]. O projeto foi uma experiência incrível. Sua dedicação como professora, tanto durante as aulas regulares quanto nas aulas de sábado, foi excepcional. Seu esforço para garantir que as relações entre todos os alunos estivessem alinhadas foi notável. É muito raro ver professores decorarem nossos nomes, mesmo após várias aulas com os mesmos alunos” (U52E8); -“A organização da professora foi excepcional, é um ponto muito positivo” (U53E11); -“Sim” (U54E14); -“Dentro dos limites de conforto que uma sala no bloco 4 da UFMG pode oferecer, sim” (U55E15); -“[...] poderiam ter mesas maiores para facilitar o trabalho nos cartazes” (U56E16); -“Gostaria de agradecer pela vontade de fazer acontecer esse projeto e pelo cuidado com os detalhes, com os materiais para facilitar o uso dos cartazes, as decorações, os <i>slides</i> bonitos e todos os demais cuidados [...]. Parabéns por tratar os alunos pelos seus respectivos nomes” (U57E16); -“É muito raro ver professores decorarem nossos nomes, mesmo após várias aulas com os mesmos alunos” (U58E8); -“Sim” (U59E17); -“Sim” (U60E18); -“Sim” (U61E19).

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
	Quais dos seguintes recursos e materiais de apoio achou mais adequados durante as aulas: () Leituras. () Vídeos. () Áudios. () Imagens.	19	-“Vídeos e imagens” (U62E1); -“Vídeo” (U63E2); -“Vídeos e imagens” (U64E3); -“Vídeos, áudios e imagens” (U65E4); -“Vídeos e imagens” (U66E5); -“Vídeos e imagens” (U67E6); -“Leituras, vídeos e imagens” (U68E7); -“Vídeos e imagens” (U69E8); -“Leituras e vídeos” (U70E9); -“Vídeos e imagens” (U71E10); -“Leituras e imagens” (U72E11); -“Imagens” (U73E12); -“Vídeos e imagens” (U74E13); -“Vídeos e imagens” (U75E14); -“Leituras e vídeos” (U76E15); -“Vídeos, áudios e imagens” (U77E16); -“Leituras, vídeos, áudios e imagens” (U78E17); -“Leituras, vídeos, áudios e imagens” (U79E18); -“Leituras, áudios e imagens” (U80E19).
	Como você avalia o grau de proximidade da sua área de estudo com o escopo da disciplina? Distante (). Muito distante (). Neutro (). Próximo (). Muito próximo ().	19	-“Próximo” (U81E1); -“Próximo” (U82E2); -“Próximo” (U83E5); -“Próximo” (U84E3); -“Muito Próximo” (U85E16); -“Próximo” (U86E9); -“Próximo” (U87E4); -“Próximo” (U88E12); -“Próximo” (U89E13); -“Próximo” (U90E10); -“Próximo” (U91E14); -“Muito Próximo” (U92E8); -“Muito Próximo” (U93E15); -“Próximo” (U94E11); -“Próximo” (U95E7); -“Próximo” (U96E6); -“Muito Próximo” (U97E17); -“Neutro” (U98E18); -“Distante” (U99E19);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
	Como você avalia o conteúdo temático que viu até agora na disciplina? _Muito interessante. _Interessante. _Neutro. _Pouco interessante. _Nada interessante.	19	-“Interessante” (U100E1); -“Interessante” (U101E2); -“Interessante” (U102E5); -“Muito interessante” (U103E3); -“Muito interessante” (U104E16); -“Muito interessante” (U105E9); -“Interessante” (U106E4); -“Muito interessante” (U107E8); -“Interessante” (U108E12); -“Muito interessante” (U109E11); -“Interessante” (U110E14); -“Muito interessante” (U111E10); -“Muito interessante” (U112E13); -“Muito interessante” (U113E6); -“Interessante” (U114E7); -“Muito interessante” (U115E15); -“Muito interessante” (U116E17); -“Interessante” (U117E18); -“Neutro” (U118E19).
Avaliação de aceitação do artefato <u>Total de concepções:</u> 126	Já sabia ou havia tido contato com algum conteúdo sobre Inovação Frugal? Já desenvolveu projetos com enfoque frugal? Sim ou Não. Fale sobre.	19	-“Não, não sabia nada sobre o assunto” (U119E1); -“Não conhecia e não desenvolvi projetos frugais” (U120E3); -“Na disciplina de ‘Oficina de Projeto e Produto’ desenvolvemos um ‘dispositivo’ para mulheres urinarem em pé em festas. Na época, calculamos um custo de mais ou menos R\$3,50 para o produto [...]” (U121E2); -“Nunca! Foi minha primeira vez tendo contato com o tema de Inovação Frugal. Aliás, nem mesmo tinha ouvido falar sobre a palavra frugal, sendo um dos motivos que me levou a cursar a disciplina, pela oportunidade de aprender algo totalmente novo” (U122E4); -“Não. Nunca tive contato com esse conteúdo” (U123E5); -“Na disciplina ‘Projeto de Produto’ vimos alguns casos sobre inovação de baixo custo, com foco em atender às necessidades da BoP, mas sem abordar questões econômicas [...] meu grupo fez um suporte para os Yanomamis carregarem os baldes de água na cabeça [...]. Pensamos desde o tipo de material, dimensões do produto e todas as características para atender ao cliente final” (U124E6); -“Na disciplina ‘Projeto de Produto’ vi algumas coisas sobre Inovação Frugal” (U125E13); -“Não tinha conhecimento sobre Inovação Frugal e nunca desenvolvi projetos com enfoque frugal” (U126E7); -“[...] cursei a disciplina ‘Projeto de Produto’ [...], na qual o professor abordou o conceito de Inovação Frugal durante suas aulas” (U127E8); -“De forma aprofundada não. Apenas visto algumas coisas na disciplina ‘Projeto de Produto’” (U128E9); -“Não, não sabia ou tive contato especificamente sobre Inovação Frugal” (U129E10); -“Não, nunca tive a oportunidade de aprender sobre” (U130E11);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			-“Tive contato com a temática em 2022 quando tive a matéria ‘Projeto de Produto’ e esse foi o tema do trabalho [...] (U131E12); -“Já tive contato com o conteúdo de forma geral na matéria de ‘Projeto de Produto’, mas apenas como um tópico, não de forma aprofundada” (U132E14); -“Não sabia” (U133E15); -“Nenhum conhecimento prévio sobre a temática, nem conhecia o termo frugal” (U134E16); -“Não, nunca tinha ouvido falar na palavra frugal” (U135E18); -“Nunca tive essa oportunidade” (U136E17); -“Não tive contato, mas ouvi algo sobre inovação” (U137E19).
	Por quê está participando da disciplina?	18	-“Porque tenho interesse em aprender mais sobre o assunto de empreendedorismo” (U138E1); -“Gosto da temática” (U139E3); -“[...] principalmente pela oportunidade de ajudar os alunos do Projeto Incluir. Sempre gostei de ajudar o próximo, independente da forma que fosse, e isso me deixa extremamente grato de fazer parte dessa turma” (U140E4); -“Tenho muito interesse pela área de empreendedorismo e ainda não havia estudado sob esse viés, acho interessante ter uma visão holística das possibilidades e realidades da área” (U141E5); -“Meu maior interesse é contribuir com a sociedade com os meus conhecimentos. A área social é algo que sempre me cativou [...]” (U142E6); -“Inovação é um conteúdo de grande interesse para mim” (U143E7); -“Tenho interesse em empreender e vejo esta disciplina como uma oportunidade para uma imersão mais profunda no assunto. Acredito que os momentos práticos proporcionam uma compreensão mais ampla do mercado e das perspectivas de outras pessoas, então a participação no Projeto Incluir é interessante. Além disso, esta experiência representa uma oportunidade diferente de qualquer outra que vivenciei na faculdade, [...] para compartilhar meus conhecimentos com outras pessoas fora da universidade” (U144E8); -“Pretendo me especializar nessa área” (U145E9); -“Aumento de leque de ferramentas e melhor capacidade de tomada de decisão considerando também fatores sociais” (U146E10); -“Para aprender mais sobre empreendedorismo e ter uma experiência de transferência de conhecimento e aprendizados com a sociedade em mão dupla” (U147E11); -“Gosto da temática de inovação e me interessei pela particularidade do curso, que tem o Programa Incluir” (U148E12); -“Estou participando da disciplina porque tem relação com inovação” (U149E13); -“Para que possa expandir meus conhecimentos a respeito de possibilidades de criação e desenvolvimento de novos produtos” (U150E14); -“Interesse por entender melhor como funciona e quais são as oportunidades de empreender em países emergentes” (U151E15); -“Porque sinto falta de conectar conceitos do curso para ajudar a sociedade que não tem acesso a esses conceitos” (U152E16); -“Decidi participar por gostar de criar e usar outras formas de manusear objetos que não se usa atualmente, reciclar coisas e ações” (U153E17);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			–“Estou participando porque o nome do curso me chamou muito a atenção e curiosidade [...] quero aprender a transformar uma coisa simples em uma coisa útil” (U154E18); –“Fui convidada a participar do curso pelo nome gambiarra, daí despertou em mim grande curiosidade de saber como seria e até que ponto minha imaginação chegaria, também gosto de inovar, adoro desafios” (U155E19).
	Qual a sua expectativa em relação à disciplina?	12	–“Tenho expectativa de aprender sobre empreendedorismo e adquirir uma outra perspectiva sobre o assunto, assim como aprender com as pessoas que eu interagir” (U156E1); –“Apesar de termos desenvolvido um produto em outras disciplinas, não foi de forma real, para pessoas reais, em um projeto real. Acredito que ao longo do curso aprendemos muito sobre ferramentas, sobre técnicas e métodos, mas poucas vezes implementamos, muito menos em contextos em que exista um impacto social” (U157E2); –“Gostaria de aprender coisas novas, me aprofundar no tema inovação e empreendedorismo, além observar a realidade e as oportunidades sob uma ótica diferente” (U158E5); –“Minha expectativa com a disciplina é aumentar o meu aprendizado na área de inovação e conseguir contribuir com os empreendedores” (U159E7); –“O que mais me motivou a fazer a disciplina foi ter a possibilidade de colocar em prática o que estamos aprendendo” (U160E9); –“Compreensão de um novo processo inovativo” (U161E10); –“Animada para iniciar as atividades em campo, aprender mais sobre empreendedorismo e consolidar noções de inovação” (U162E11); –“Trabalhar em conjunto com pessoas diferentes, aplicar as ferramentas de design e aprender mais sobre como ter enfoque frugal” (U163E12); –“Sair com um maior entendimento sobre o contexto da população em países que tipicamente desenvolvem Inovação Frugal” (U164E15); –“Aprender muito e lucrar de forma justa e sustentável o que o mundo nos oferece” (U165E17); –“Aprender a transformar uma coisa simples em uma coisa útil” (U166E18); –“Aprender mais sobre o assunto, aprimorar minhas habilidades, ter a chance de desenvolver projetos com excelência e a capacidade de transformar algo novo” (U167E19).
	Qual foi a sua etapa e/ou atividade favorita do curso?	19	–“[...] Casos reais, elaborar o produto, em conjunto com o grupo [...]. Na etapa final, antes da apresentação final. Gostei do trabalho em equipe e <i>Brainstorming</i>” (U168E1); –“[...] Casos reais, momentos de <i>Brainstorming</i> e trabalho em equipe junto aos participantes do projeto aos sábados” (U169E2); –“Trabalho em equipe aos sábados e construção do protótipo” (U170E3); –“[...] casos reais e a palestra da Maria sobre Gambiarra e Inovação Frugal” (U171E4); –“[...] Os casos reais, trabalho em equipe aos sábados, prototipagem e <i>Pitch</i>” (U172E5); –“A interação com os alunos do Incluir na primeira atividade, de delimitação do problema. As ferramentas que mais gostei foram <i>Brainstorming</i>, Desafio Estratégico, Persona, Jornada do Usuário e E se?” (U173E6); –“<i>Lean Canvas</i> Frugal” (U174E7); –“<i>Lean Canvas</i> Frugal e Mapa dos <i>Stakeholders</i>” (U175E8); –“<i>Lean Canvas</i> Frugal” (U176E11); –“Trabalho em equipe aos sábados e o <i>Pitch</i> final” (U177E9);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			-“Trabalho em equipe aos sábados e <i>Storyboard</i>” (U178E10); -“[...] os casos reais e montar o <i>Pitch</i>” (U179E12); -“A parte em que tivemos discussões e <i>Brainstorming</i> sobre inovação, pois haviam vários conceitos e definições que eram praticamente os mesmos pra mim, e foi bastante esclarecedor entender as diferenças entre essas inovações” (U180E13); -“[...] os casos reais. Gostei da atividade de Jornada do Usuário e E se? Acredito que essa atividade tenha dado muita luz para desenvolvermos melhor e conseguirmos evoluir” (U181E14); -“Ferramenta Desafio Estratégico, <i>Storyboard</i> e atividades aos sábados” (U182E15); -“Mapa dos <i>Stakeholders</i>, <i>Persona</i> e <i>Storyboard</i>” (U183E16); -“Casos e o dia que fizemos o <i>Storyboard</i>, em aula” (U184E17); -“O filme indiano, interessante conhecer os ODS, vídeos bem ilustrativos” (U185E18); -“Conceito e casos de Inovação Frugal” (U186E19).
	Qual foi a etapa e/ou atividade que menos gostou do curso? / Teve dificuldade com alguma das ferramentas projetuais utilizadas?	12	-“Desenvolvimento do <i>Blueprint</i> e elaboração/leitura das resenhas” (U187E3); -“<i>Blueprint</i>, achei confuso o entendimento da ferramenta, exige identificar muitos elementos técnicos” (U188E4); -“Desenvolvimento de resenhas” (U189E5); -“[...] na realização das entrevistas estávamos mais com dúvidas do que íamos fazer e como poderíamos fazer, [...] era difícil saber o que perguntar e falar, não temos experiência com isso” (U190E11); -“Acredito que o <i>Blueprint</i> tenha sido o mais complicado, das ferramentas que meu grupo citou [...] demanda mais conhecimento técnico e processual sobre o produto e o usuário” (U191E6); -“Não gostei muito das entrevistas, pois o processo de reconhecimento aprofundado do usuário do produto (persona) foi muito complexo devido à distância entre os alunos e o usuário final. Embora tivéssemos um intermediário, o contato ainda era distante e insuficiente para um entendimento mais completo” (U192E8); -“Entrevistas” (U193E10); -“<i>Blueprint</i>” (U194E12); -“Não teve” (U195E13); -“Acho que a atividade que menos gostei foi realizar as resenhas. A maioria dos artigos eram em inglês e, às vezes, exigiam muito tempo para que eu conseguisse entender tudo” (U196E14); -“Não mudaria nada, talvez queria mais alunos do projeto social nas aulas” (U197E17); -“Entrevistas com os usuários” (U198E19).
	Se tivesse a oportunidade de mudar alguma etapa e/ou atividade do curso qual mudaria? E como?	11	-“Levar algumas aulas para o sábado” (U199E2); -“Acredito que tentaria de colocar a prototipagem no início [...] fazer isso daria um norte inicial, já ajudaria todo o projeto, pois foi muito difícil ter contato com o usuário no meio das atividades, a gente partiu de um desafio apresentado pelo estudante do Incluir, mas eles não têm tanto contato assim com a comunidade, com o usuário final” (U200E4); -“Um maior tempo de interação com os alunos do incluir e mais atividades práticas” (U201E6); -“Acrescentaria mais encontros aos sábados para ser possível um contato maior com os alunos do Incluir” (U202E7); -“A ideia citada em aula de ter um sábado para a criação dos protótipos é muito boa, ou seja, realizar essa atividade desde o início e ter a participação de todos” (U203E7); -“Eu sugeriria inserir a etapa de prototipagem no início, para que pudéssemos partir de uma ideia de produto e desenvolver o projeto a partir dessa base” (U204E8); -“Faria as aulas de sábado serem 100% práticas, com desenvolvimento do protótipo desde as primeiras etapas [...]” (U205E9);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			-“Acredito que a etapa de entrevistas deveria ser feita antes das ferramentas de Jornada do Usuário e Análise da Tarefa, pois acho que traria um tom mais aberto a descobertas na entrevista e consolidação dessas informações nas ferramentas [...]” (U206E10); -“Acho que poderíamos realizar o protótipo e as entrevistas desde o início. Seria muito enriquecedor e uma forma de coletarmos o <i>feedback</i> antes de darmos prosseguimento às etapas finais” (U207E14); -“Colocaria a fase de prototipagem desde o início, junto às entrevistas [...]” (U208E16); -“[...] realizar uma adaptação prévia dos ferramentais à vida cotidiana dos alunos do projeto” (U209E19).
	Qual(is) benefício(s) e dificuldade(s) você observou da sua participação nas atividades projetuais?	29	-“[...] acho que conseguimos entender todas as ferramentas. Às vezes o <i>feedback</i> após a apresentação dava algumas ideias que não tínhamos antes, mas fazia bastante sentido e conseguíamos incrementar às nossas soluções” (U210E14); -“[...] foi difícil explicar em linguagem simples para o participante do Incluir como aplicar as ferramentas e os termos técnicos [...]” (U211E16); -“[...] não houve uma etapa ou atividade ruim, só tive dificuldade com os termos em inglês” (U212E17); -“[...] tive dificuldade com os termos novos, os termos técnicos” (U213E18); -“[...] são os termos técnicos, foram minha dificuldade, mas foi bom compartilhar experiência com pessoal da Engenharia” (U214E19); -“A participante do Incluir teve dificuldade em entender algumas ferramentas pela linguagem técnica [...]” (U215E1); -“[...] conhecer pessoas de outra realidade social. Se não fosse pelo experimento, eu nunca teria tido essa oportunidade” (U216E1); -“[...] os alunos do Incluir não têm conhecimentos prévios em ferramentas de design nem de aspectos técnicos, achei eles distantes às vezes”(U217E2); -“Foi bom ter a participação dos potenciais usuários da solução, ou seja do pessoal do Incluir, mas eles não tinham conhecimento técnico para entender as ferramentas” (U218E3); -“Foi ótima a oportunidade de ter contato com alguém de fora da minha realidade diária, e que tem ótimas ideias, trazendo pontos que não tinha pensado antes” (U219E4); -“[...] o alinhamento foi complicado, porque o aluno sempre estava divagando nas ideias e fugindo do tema/atividade do dia, dificultando realizar a atividade no tempo proposto” (U220E4); -“Foi uma ótima oportunidade para conhecer novas pessoas [...]” (U221E5); -“O benefício foi de trabalhar em conjunto com outras áreas do conhecimento voltado para resolução de um problema real” (U222E6); -“Tivemos dificuldade para conciliar todos os conhecimentos da turma e tentar conectar todos eles” (U223E6); -“[...] poderia ser feita uma adaptação inicial dessas ferramentas para incluir mais as ideias do pessoal do projeto social, para que não percam a linha de raciocínio no processo” (U224E7); -“[...] para mim os benefícios foram a aplicação prática de conceitos teóricos, a comunicação com pessoas externas à faculdade, o desenvolvimento de um projeto físico e o conhecimento de diferentes empreendimentos” (U225E8); -“[...] conviver com pessoas diferentes, participar de desenvolvimento de projetos (que eu amo)” (U226E9); -“[...] desenvolver uma comunicação assertiva, dada a necessidade de se comunicar com a participante do Programa Incluir de forma direta, mas discreta e sensível, [...] isso demandou paciência e construção de um filtro do que falar e como falar”. (U227E11);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			-“[...] achei muito bom conviver com pessoas de idade e realidades diferentes e consequentemente ideias e visões diferentes” (U228E12); -“[...] ganho cultural incrível!” (U229E13); -“Acho que pela primeira vez conseguimos ter um contato direto com o usuário que não fosse do nosso ciclo social. Ver a perspectiva deles e entender melhor o dia a dia e as necessidades foi muito enriquecedor [...]” (U230E14); -“[...] quebrar bem a barreira da idade/formação cultural e profissional” (U231E15); -“[...] estar em contato com alguém com tanta vontade de se desenvolver e preocupado com a temática que estávamos desenvolvendo, permitiu ter uma perspectiva sociocultural diferente” (U232E16); -“[...] traduzir da Engenharia de produção para a vida real, sem perder as boas conversas e tópicos que tangenciam o tema” (U233E16); -“[...] eles são engenheiros ou pessoas em formação, mas não entendem realmente como funciona o mundo, a interação de distintas formas de ver o mundo ajuda muito a construir soluções úteis para nós” (U234E17); -“[...] eu falo para os estudantes de Engenharia como funcionam as coisas no meu bairro, mas eles não entendem nosso jeito [...]” (U235E17); -“[...] os estudantes de Engenharia não têm a experiência de vida que a gente tem [...] nossa contribuição é essa, demonstrar a eles como realmente funcionam as coisas, na minha comunidade tudo é distinto, é outro mundo” (U236E19); -“Acredito que cabe uma melhor definição de funções e responsabilidades entre nós alunos da Engenharia e os estudantes do Programa incluir [...]” (U237E10); -“[...] o curso foi muito interessante e de grande aprendizado. Nunca interagi com engenheiros” (U238E18).
	Gostaria de compartilhar qualquer tema, aspecto, assunto, situação, ou mesmo fazer alguma crítica? Ideias e sugestões são bem vindas.	6	-“[...] a turma não estava expressando realmente o que estavam pensando sobre as entrevistas e a ferramenta, as dificuldades que estávamos tendo, mas é uma questão cultural e do tempo das aulas, precisamos de mais tempo de interação com o pessoal da comunidade para nos soltarmos, ou termos exemplos mais próximos para avançar rapidamente nesse entendimento” (U239E15); -“Em relação à experiência como um todo [...] saiba que você se saiu muito bem. Nunca participei de uma disciplina que me permitisse opinar sobre como codensar nossas atividades, muito obrigada!” (U240E11); -“Como estudantes, normalmente nos adaptamos aos professores, o que não é tão positivo, mas permite que o professor leccione da forma mais confortável para ele. Ter tido a possibilidade de codensar a disciplina foi incrível! É ótimo poder entender quais seriam as dinâmicas mais confortáveis tanto para os alunos interessados na matéria quanto para o professor durante o desenvolvimento das aulas. Parabéns pelo projeto e obrigada pelo suporte!” (U241E8); -“[...] apesar dos pontos de melhoria no geral o resultado foi muito positivo, conseguimos muitos aprendizados!” (U242E10); -“Adorei a disciplina! Não sabia que podia aprender sobre mim interagindo com pessoas de outra realidade [...]. Obrigada pela oportunidade de participar desse projeto!” (U243E12); -“Eu, particularmente, me senti muito honrada em fazer parte da disciplina e do projeto da professora. Aprendi muito! Obrigada por considerar nossas sugestões” (U244E16).
Avaliação da validade do artefato. <u>Total de concepções:</u> 60.	Cite 3 (três) resultados que conseguiu com sua participação na disciplina?	41	-“[...] conhecer ferramentas novas de design e empreendimento” (U245E1); -“Adquirir mais conhecimentos sobre ferramentas de inovação e empreendedorismo para aplicá-las em outros contextos do meu dia a dia” (U246E2); -“Me especializar mais na área de inovação e empreendedorismo” (U247E3); -“Aprender diferentes ferramentas para usar na minha vida profissional” (U248E7);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			-“Me inspirar sobre possibilidades de inovação [...]” (U249E6); -“Ter conhecimento das ferramentas de design e saber aplicá-las” (U250E4); -“Maior conhecimento de ferramentas de design, empreendedorismo e inovação” (U251E8); -“[...] melhor entendimento sobre empreendedorismo em um cenário internacional não euro/anglocêntrico” (U252E15); -“Conhecimento e experiência na aplicação de ferramentas para nortear o desenvolvimento de soluções inovadoras para mais pessoas” (U253E12); -“[...] melhorar minha capacidade de desenvolver soluções de baixo custo” (U254E14); -“[...] desenvolver um produto que resolva o problema da persona real que definimos” (U255E9); -“[...] noções de frugalidade para incentivo/desenvolvimento oportuno de uma solução” (U256E10); -“[...] desenvolver um projeto adequado à problemática selecionada e com impacto positivo para a sociedade” (U257E11); -“[...] melhorar minha comunicação em uma equipe diversa” (U258E16); -“[...] aprimorar habilidade de flexibilidade de linguagem técnica para casual” (U259E11); -“[...] saber comunicar e entender pessoas de áreas diferentes” (U260E6); -“[...] aplicar o conhecimento teórico e de inovação para desenvolvimento de metodologias” (U261E9); -“[...] mais experiência prática” (U262E1); -“[...] aplicação dos conhecimentos vistos em sala” (U263E5); -“[...] aplicar aprendizados adquiridos durante o processo de desenvolvimento projetual” (U264E3); -“[...] ter uma visão mais objetiva da aplicação fora do ambiente de sala de aula e gerar ideias de negócios baseadas nos conceitos aprendidos” (U265E10); -“[...] apoiar na evolução da aprendizagem dos participantes do Programa Incluir” (U266E13); -“[...] impactar a vida da participante do projeto social” (U267E11); -“[...] ter a oportunidade de conviver com pessoas diferentes, fora do meu convívio, com diferentes classes sociais” (U268E8); -“[...] aproximar de uma realidade diferente da minha” (U269E9); -“[...] poder contribuir para a disciplina e para o aprendizado dos participantes do Programa Incluir” (U270E10); -“[...] ser capaz de criar uma solução para um problema social” (U271E12); -“[...] trabalhar em equipe com compromisso social” (U272E2); -“[...] toda aula além da parte teórica, pudemos ver a parte prática, o que ajudou a fixar e associar melhor o conteúdo” (U273E11); -“[...] maior entendimento da visão dos usuários de baixos recursos, de forma a conseguir pensar em produtos mais adequados às características dessa população” (U274E4); -“[...] conhecer novos ares” (U275E17); -“[...] dar voz a quem cria [...] enriquecer a comunidade local, de acordo com a sua própria cultura” (U276E17); -“[...] integração social do conhecimento adquirido na Engenharia com o conhecimento de mundo dos participantes [...]” (U277E11); -“[...] desenvolver meu lado criativo” (U278E18); -“[...] fazer um bom trabalho com o que tiver disponível” (U279E3); -“[...] maior criatividade, enxergar além do óbvio” (U280E13);

(continua)

(continuação)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			-“[...] pegar um produto simples que não funciona e transformar em outro com o que tiver disponível” (U281E18); -“[...] transformar produtos básicos do dia a dia em outro com o que tenho à mão” (U282E19); -“Na Engenharia, não é comum encontrar pessoas com uma mentalidade ‘fora da caixa’, possivelmente devido a uma construção social que vincula o pensamento do engenheiro de produção ao lucro. Projetos como o seu ajudam a tornar o ambiente da Engenharia mais humano e social. Muito obrigada!” (U283E8); -“A disciplina me permitiu refletir sobre o nosso mundo, as necessidades que muitas vezes não enxergamos. Desenvolvi meu lado crítico e vou utilizar isso na minha formação como engenheira” (U284E6); -“Após a disciplina pretendo adaptar minha linguagem técnica de maneira adequada para auxiliar processos de desenvolvimento de produtos mais sustentáveis [...]” (U285E16).
	Indique quais das seguintes competências conseguiu desenvolver durante o curso (marque quantas opções forem necessárias).	19	-“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, e usar ferramentas digitais” (U286E1); -“Identificar e analisar novas realidades” (U287E2); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, e apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental” (U288E3); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, e tomar decisões ágeis em contextos com restrições” (U289E4); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, e tomar decisões ágeis em contextos com restrições” (U290E5); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, mapear ligações de fatos particulares de uma situação, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental, e usar ferramentas digitais”(U291E6); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, mapear ligações de fatos particulares de uma situação, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, e apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental” (U292E7); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, mapear ligações de fatos particulares de uma situação, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental, e usar ferramentas digitais” (U293E8); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, e apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental” (U294E9);

(continua)

(conclusão)

Categoria e total concepções	Pergunta	Quantidade	Excertos das falas dos estudantes
			-“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, e apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental” (U295E10); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, mapear ligações de fatos particulares de uma situação, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, e apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental” (U296E11); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, e tomar decisões ágeis em contextos com restrições” (U297E12); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental, e usar ferramentas digitais” (U298E13); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, mapear ligações de fatos particulares de uma situação, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental, e usar ferramentas digitais” (U299E14); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, e identificar e combinar recursos locais de novas maneiras” (U300E15); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, mapear ligações de fatos particulares de uma situação, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, e apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental” (U301E16); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, mapear ligações de fatos particulares de uma situação, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental, e usar ferramentas digitais” (U302E17); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, discutir outros caminhos para empreender, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão, identificar e combinar recursos locais de novas maneiras, tomar decisões ágeis em contextos com restrições, e apresentar soluções a dilemas de justiça social e ambiental” (U303E18); -“Identificar e analisar novas realidades, comunicar-se aberta e amigavelmente com diferentes pessoas, construir relações com pessoas de diversas áreas e formações, e resolver problemas a partir de elementos disponíveis à mão” (U304E19).

Fonte: Elaborado a partir dos achados da pesquisa.