

UNIVERSIDADE TÉCNICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BRUNA DE GASPARI

**INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA APLICADAS À
INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2021

INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA APLICADAS À INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos e Engenharia Química – DAAEQ-CM, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Karla Silva.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Alimentos
Coordenação de Engenharia de Alimentos**



TERMO DE APROVAÇÃO

**INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA APLICADAS À
INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS**

por

BRUNA DE GASPARI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 06 de maio às 17:00 horas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Profa. Dra. Karla Silva
Orientadora

Profa. Dra. Aline Takaoka Alves Baptista
Membro da banca

Prof. Dr. Fábio Henrique Poliseli Scopel
Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR Campus Campo Mourão.

DEDICO:

A todas as pessoas que sonham, se dedicam e realizam ações para construir um mundo melhor. Existe um mundo melhor e ele pertence a vocês.

A todos que fizeram parte dessa fase da minha vida me dando forças seja em presença física ou vivendo em meu coração. Por fim, dedico a todos os colaboradores da universidade por fazer esse lugar existir para compartilhar conhecimento e educação.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço a Deus, meu melhor amigo, meu companheiro na vida e meu amor maior. Nestes anos me ensinou a me relacionar com minha fé e amor a Ele, tivemos muitos momentos difíceis, pois seus planos são diferentes dos meus, mas agradeço imensamente por seus planos serem melhores que os meus.

Agradeço aos meus pais, Laura de Oliveira e Antonio Cesar de Gaspari, do jeito de vocês me apoiam e me amam demais, seu cuidado, seus conselhos e dedicação me fizeram ser quem eu sou hoje. Também a minha família de sangue que sempre se apoiam, principalmente nos momentos difíceis, me mostram que quando todos trabalham juntos somos mais fortes.

A minha orientadora, Prof.^a Dr^a Karla Silva, por tantos conselhos, dedicação e carinho comigo, cada dia juntas me fez ter mais certeza da escolha de trabalhar com você. Sua loucura é parecida com a minha e nossa loucura junta, nosso sonho de melhorar o ensino criou esse trabalho incrível que me faz acreditar cada dia mais nas pessoas e no poder da educação, essa é uma das melhores lições que aprendi na graduação, muito obrigada por isso.

Aos membros pertencentes à banca examinadora, Prof^o. Dr^o. Fábio H. Poliseli Scopel e a Prof.^a Aline Takaoka Alves Batista por todas as críticas construtivas, dicas, sugestões e ensinamentos que tornaram esse trabalho melhor.

A minha família de coração, conhecido como amigos que sempre me deram tanto suporte, carinho e atenção. Quero que me desculpem por não citar todos, mas não me perdoaria caso esquecesse alguém e sou muito abençoada por vocês serem vários. Mesmo assim quero representar todos com dois exemplos: primeiro, representando os poucos que resistiram ao tempo, distância e destino quero agradecer a Alethéia Skowronski, amizade e parceria que dura mais de uma década, iniciada dentro de um grupo de jovens da Igreja. Muita coisa aconteceu durante esse período e tudo de melhor ficou, a todos que fazem parte deste grupo de pessoas quero que saibam que mesmo de longe eu os amo muito e sei que torcem por mim. Para representar o segundo grupo agradeço a Danielle Oliveira Castro que também poderia estar no primeiro, mas como fortaleceu nossa amizade mais ainda na graduação, ela foi escolhida para representar meus amigos da graduação. Amigos esses que foram fundamentais durante as aulas, trabalhos e estudos, sem o apoio de vocês eu não teria passado por todos esses anos, muitas vezes minha razão e

ajuda para não desistir. Também não posso deixar de agradecer a minha psicóloga e amiga Livia Casela pelos conselhos, reflexões e muito carinho por mim por toda essa trajetória que não tem sido fácil.

Ao meu companheiro e namorado, Julio Jose Mokarzel Biffi, que teve muita paciência comigo principalmente nos últimos meses, me apoiando, muitas vezes me suportando e ouvindo muito desabafo. Sua casa e sua família de Campo Mourão também se tornaram a minha.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e a todos os meus professores que compartilharam comigo os seus conhecimentos de mestres e amigos, fazendo com que essa graduação se tornasse possível, que me acompanharam e deram a base do conhecimento para chegar onde estou.

Por fim, agradeço a todos os funcionários de manutenção, limpeza, “tias” do ru que sempre foram muito queridos e educados comigo, sem vocês esse lugar não existiria, todos são muito especiais pra mim, principalmente Dona Tereza amiga de um coração incrível.

“Os dois dias mais importantes da sua vida são o dia em que você nasce e o dia em que você descobre o porquê.”

(Mark Twain)

RESUMO

A Revolução Industrial 4.0 conclama por engenheiros inovadores e empreendedores. Os meios digitais possibilitam amplo acesso às informações. entretanto, compete aos professores a construção do conhecimento profissional efetivo e aquisição de habilidades com altas complexidades cognitivas. Nesse cenário, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para as engenharias propõem uma reconstrução do ensino, estabelecendo o professor como elemento chave para práticas pedagógicas mais dinâmicas, voltadas às soluções do mundo real e alinhadas às tendências mundiais de formação por competências. Em atendimento a essas demandas, o presente trabalho apresenta um framework de inovação à disciplina de Instrumentação e Controle de Processos (IICP), ministrada na UTFPR de Campo Mourão. Os processos decisórios foram subsidiados por contribuições, livres e anônimas, registradas ao longo dos 9 anos da disciplina na instituição. Visando fomentar o desenvolvimento de competências do estudante de engenharia, foi utilizado o modelo conceitual da aprendizagem dinâmica empreendedora (ferramenta EDLE - Entrepreneurial Dynamic Learning), que está apoiado em quatro pilares, composto da educação empreendedora, aprendizagem ativa, Design Thinking e Taxonomia de Bloom. Houve engajamento e relatos de satisfação dos envolvidos, com desenvolvimentos cognitivos de mais alta ordem (análise, avaliação e criação). Os participantes fizeram propostas de projetos interdisciplinares e transdisciplinares inovadores, sendo um alimentador automático para pets selecionado para ideação/ prototipação e construção física. O módulo construído passou a ser utilizado em novas atividades práticas aplicadas aos conceitos de automação, circuitos elétricos/ eletrônicos, malhas de controle, diagramas P&ID = Piping and Instrumentation Diagram/Drawing, fluxos de sinais em processos, além do desenvolvimento de habilidades requeridas ao engenheiro na atualidade (criatividade, inovação, liderança, trabalho em equipe, auto regulação).

Palavras-chave: Educação. Empreendedora. Inovação. EDLE.

ABSTRACT

Industrial Revolution 4.0 calls for innovative engineers and entrepreneurs. Digital media provides broad access to information. However, it is up to professor the construction of effective professional knowledge and the acquisition of highly complex cognitive skills. Engineering National Curriculum Guidelines (DCNs) establishes reframe the teaching and learning system. Professors must have more dynamic pedagogical practices, focused on real-world solutions to global trends in skills training. This paper aims to present a proposal framework for evaluation and change of Process Control (IICP) as a subject taught at the university. Student's perceptions collected over 9 years were used in order to foster the development of skills of the engineering student. Entrepreneurial Dynamic Learning (EDLE) was used has a conceptual entrepreneurial dynamic learning model. This tool is substantiated on four pillars: entrepreneurial education, active learning, Design Thinking and Bloom Taxonomy. Had engagement and reports of satisfaction of those involved, with cognitive developments of the highest order (analysis, evaluation and creation). The participants made proposals for innovative interdisciplinary and transdisciplinary projects, with an automatic feeder for pets selected for ideation / prototyping and physical construction. Practical module started to be used in new activities for applied concepts of automation, electrical / electronic circuits, control loops, P&ID = Piping and Instrumentation Diagram / Drawing diagrams, signal flows in processes. Finally, it was possible to develop the new skills required of the engineer today (creativity, innovation, leadership, teamwork, and self-regulation).

Keywords: Entrepreneurship Education, Innovation, EDLE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo conceitual EDLE (Entrepreneurial Dynamic Learning)	23
Figura 2 - Framework para investigação das possibilidades/ necessidades de inovação/ revisão da unidade curricular de IICP- UTFPR-CM.	25
Figura 3 - Abordagem Design Thinking no processo de ensino e aprendizagem de IICP-UTFPR-CM.....	27
Figura 4 - Resultados da questão: Você utiliza ou utilizou conhecimentos da disciplina de IICP?.....	29
Figura 5 - Resultados da questão: Como você classifica os conhecimentos obtidos em IICP?.....	29
Figura 6 - Domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom que teve o desenvolvimento mais significativo, segundo percepção individual expressa por alunos participantes das ações EDLE em IICP.....	33
Figura 7 - Protótipo do alimentador automático para <i>pets</i> e diagrama de circuito correspondente.....	33
Figura 8 - Fluxograma P&ID (Piping and Instrumentation Diagram/Drawing, considerando Malha Aberta e Malha Fechada de Controle ao Alimentador de <i>Pets</i>	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre Ensino Tradicional e Educação Empreendedora segundo KIRBY.....	20
Quadro 2 - Etapas de operacionalização da ferramenta “EDLE” na disciplina.....	26
Quadro 3 - Lista de materiais para construção do alimentador para cachorro.....	28
Quadro 4 - Registros anônimos de ex-alunos de Instrumentação Industrial e Controle de Processos UTFPR – Campo Mourão, quando instigados a contribuir para melhoria da disciplina.....	30
Quadro 5 - Relação de títulos das ideias inovadoras sugeridas por acadêmico.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABENGE	Associação Brasileira de Educação em Engenharia
CCH	Complemento de Carga Horária
CNI	Confederação Nacional da Indústria
DCN's	Diretrizes Curriculares Nacionais
DT	Design Thinking
EDLE	Entrepreneurial Dynamic Learning
IICP	Instrumentação Industrial e Controle de Processos
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram/Drawing
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	15
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Educação 4.0 = Professor 4.0 + Estudante 4.0	18
2.2	Educação Empreendedora	19
2.3	Aprendizagem Ativa	21
2.4	Design Thinking	21
2.5	Taxonomia de Bloom	22
2.6	Ferramenta EDLE	22
3	METODOLOGIA	24
3.1	Melhorias no processo de ensino-aprendizagem e novo roteiro metodológico	24
3.2	Acompanhamento, registro e avaliação da metodologia	25
3.3	Atividade prática inovadora e consequentes impactos	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1	Resultados obtidos no processo de ensino-aprendizagem	29
4.2	Resultados obtidos pelo acompanhamento, registro e avaliação	31
4.3	Resultados obtidos pela identificação e apresentação	33
4.4	Resultados obtidos aos objetivos específicos vi, vii e viii	35
5	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 pode ser entendida como a integração de robôs autônomos, máquinas e outras tecnologias inteligentes. Trata-se da combinação de tecnologias físicas e digitais, que leva aos avanços tecnológicos fundamentais dos dias de hoje, com destaque para: Manufatura Aditiva, Robôs Autônomos, Integração de Sistema (horizontal e vertical), Simulação, Computação em Nuvem, Internet das Coisas, Análise de *Big Data*, *Cybersegurança*, Realidade Aumentada. Neste novo cenário, durante o último Fórum Econômico Mundial foi enfatizada a necessidade de que os sistemas de produção executem automaticamente o controle de qualidade durante operações reduzindo os gastos com inspeções, e que robôs reconheçam e movam componentes de forma autônoma (HELMRICH, 2019). Allen Blue, Co-Fundador e Vice-Presidente do LinkedIn®, durante o mesmo evento, ainda destacou que embora se confie cada vez mais no aprendizado das máquinas para tomada de melhores decisões, será muito necessário que seres humanos devidamente habilitados atuem auxiliando máquinas a fazerem boas escolhas. Portanto, urge a preparação de engenheiros enquanto projetistas, implementadores e otimizadores desses novos processos, e não apenas como usuários passivos.

Em atenção às exigências da Indústria 4.0 por engenheiros com habilidades que atendam avanços na automação e tecnologia, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) reiteram a necessidade da formação de engenheiros com competências e habilidades empreendedoras (BRASIL, 2019), e alinham-se à perspectiva da Educação Empreendedora apresentada por Kirby (2007). Além do desafio imposto às universidades na formação de novos e melhores engenheiros aptos à Indústria 4.0, também é preciso que sejam revistos e realinhados os temas de estudo e metodologias no ensino-aprendizagem, garantindo sinergia entre necessidades e interesses dos alunos. De fato muitos professores têm buscado por esse objetivo adotando diversificadas metodologias ativas. Contudo ainda não existem resultados práticos que apontem um modelo ou consenso no entendimento para operacionalização eficaz da educação empreendedora.

Torna-se conveniente ressaltar aqui a diferença entre empreendedorismo e educação empreendedora: enquanto o primeiro pressupõe formação de empreendedores, a segunda objetiva desenvolvimento das habilidades

empreendedoras fundamentais ao novo engenheiro (*weltanschauung*, visão, liderança, energia, *networking*, criatividade, inovação, etc). Como exemplo de iniciativas ao desenvolvimento de competências e habilidades empreendedoras aos estudantes de engenharia, Aranha *et al.* (2018) propõe o modelo conceitual EDLE (*Entrepreneurial Dynamic Learning*) integrando Educação Empreendedora, Aprendizagem Ativa, *Design Thinking* e Taxonomia de Bloom, conectados a diversificados métodos de aprendizagem (*workshops*, pesquisas de problemas, trabalho em equipe, entrevistas, entre outros) e processos transitivos (problematização, geração de ideias, prototipagem e modelo de negócios).

Pelo exposto, os agentes da educação superior são instigados a avaliarem a práxis profissional e entregas de conhecimentos necessários e suficientes aos novos profissionais, suportados por inovações tecnológicas e interesses discentes.

1.1 Justificativa

Este trabalho foi concebido a partir da proposta feita pela aluna-autora, manifestando-se interessada em ter e promover o melhor entendimento sobre IICP (Instrumentação Industrial e Controle de Processos), frente as dificuldades vivenciadas quando cursou a disciplina, e considerando as potencialidades de trabalho na área devido ao novo cenário da Revolução 4.0.

Observando o desenvolvimento lógico dos processos produtivos atuais, é conveniente que Instrumentação Industrial e Controle de Processos (IICP), enquanto unidade curricular ofertada aos cursos de engenharia da UTFPR – Campo Mourão, confira habilidades para atuação profissional alinhada aos processos típicos conclamados pela Revolução Industrial 4.0. A disciplina tem sido ministrada na instituição desde 2011, e em 2019 aceitou o desafio de inovação e eficácia no processo de ensino-aprendizagem. Constituiu-se assim a oportunidade de operacionalização da educação empreendedora, e da construção de um módulo prático para atividades dos alunos.

Este trabalho contribui com um *framework* ao processo de avaliação de unidade curricular, apontando para a necessidade de revisão no ensino e aprendizagem de IICP, aos treinamentos eficazes dos engenheiros 4.0, destacando-se: hardwares e softwares para desenvolvimento de projetos, tecnologias de automação (mecânica, elétrica e eletrônica) fluxos de processo, sinais e meios de transmissão, malhas e estratégias de controle, interfaces gráficas, P&ID (*Piping and*

Instrumentation Diagram/Drawing) e elementos, funcionalidades e circuitos eletroeletrônicos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Promover inovação e a educação empreendedora, em IICP, em iniciativas práticas ao processo ensino-aprendizagem e com foco na aplicabilidade profissional, estímulo e expressão criativa de alunos, e prototipação para práticas da disciplina.

1.2.2 Objetivos Específicos

- i. Verificar aplicabilidade e lacunas da disciplina, de IICP da UTFPR-CM, na atuação profissional de egressos do curso, avaliando demandas apresentadas por egressos dessa disciplina;
- ii. Investigar e propor alternativas para melhorias do processo ensino-aprendizagem na disciplina de IICP da UTFPR-CM;
- iii. Utilizar roteiro metodológico para a inserção da Educação Empreendedora na disciplina de IICP-UTFPR-CM;
- iv. Acompanhar e registrar a aplicação de metodologia para inovar IICP;
- v. Avaliar efeitos da aplicação de metodologias ativas, no ensino-aprendizagem da disciplina de IICP-UTFPR-CM;
- vi. Identificar, a partir de demandas e interesses dos acadêmicos matriculados na disciplina IICP-UTFPR-CM, atividade prática inovadora exequível;
- vii. Analisar necessidades, ocorrências e impactos da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no desenvolvimento do projeto;
- viii. Propor módulo para práticas, na disciplina IICP-UTFPR-CM, considerando os resultados obtidos pela aplicação da metodologia empreendedora.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante o século XVIII ocorreu a 1ª Revolução Industrial com surgimento das máquinas a vapor onde trabalhos eram realizados apenas de forma artesanal. Na sequência, a 2ª Revolução teve como principal característica o uso da energia elétrica. Já a 3ª Revolução caracterizou-se por produções industriais dos componentes eletrônicos e tecnologias que permitiram a automação com controle dos processos. Nos dias de hoje impera a Revolução Industrial 4.0, que supera as tecnologias inovadoras aplicadas na indústria e impacta na forma que novos profissionais irão adquirir seus conhecimentos, uma vez que integra o mundo real e virtual, e conecta sistemas digitais, biológicos e físicos na produção em massa (AIRES, 2019). Para Lima (2019), a quarta revolução industrial força as empresas a repensar a forma como gerem seus negócios e processos, como visualizam o desenvolvimento de novos produtos e os introduzem no mercado, pois se utilizam de ambientes virtuais para cada momento do processo industrial (planejar, projetar, fabricar, prestar serviços, teste de produtos ou controle de qualidade), sem necessidade de instalações físicas. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a maior dificuldade para a implantação da Indústria 4.0 está no conhecimento ainda muito abaixo do necessário. Aires (2019) cita a importância da aproximação dos sistemas produtivos com a educação corporativa, pois com as novas tecnologias e conceitos dessa revolução industrial serão necessários profissionais capacitados aos atuais modelos de negócios. Estariam os engenheiros adequados a tudo isso?

O engenheiro é o profissional técnico-cientificamente capaz de propor soluções tecnológicas, práticas, relacionadas a produtos, processos ou serviços (BRASIL, 1966). Embora essa expectativa permaneça essencialmente a mesma, constata-se que o cenário de desenvolvimento profissional mudou substancialmente nos últimos anos, exigindo da academia uma condução com resultados eficazes e formação do engenheiro que atenda necessidades da Revolução Industrial 4.0. Atenta às necessidades de adequação profissional do engenheiro, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para engenharias enfatizam a busca por engenheiros com competências e habilidades empreendedoras (BRASIL, 2019), no que se torna adequado tratar de Educação 4.0.

2.1 Educação 4.0 = Professor 4.0 + Estudante 4.0

Há anos o ensino de engenharia tem sido criticado pela falta de contato direto com a realidade do futuro trabalho, e tanto alunos quanto professores anseiam por mais práticas em aulas (PIMENTA *et al.*, 2013). De fato, o aprendizado efetivo só pode ser alcançado através de experiências diretas e propositais do “fazer a coisa real” e que representem, tanto quanto possível, a realidade da vida cotidiana. Justamente em atendimento a esta demanda vêm acontecendo inovações do processo ensino-aprendizagem, verificadas principalmente pela atuação docente com metodologias ativas, e uso de ferramentas diversificadas (REIS, 2012).

De fato, o mercado exige e os professores buscam atingir com sucesso as novas metas estabelecidas aos cursos de graduação em engenharia, mas cabe ainda aos alunos comprometimento e verificar entrega dos resultados esperados. Entretanto, pela observação do comportamento da nova geração acadêmica nas salas de aula, constata-se baixo nível de interesse e atenção limitada durante a exposição de tópicos dos conteúdos programáticos em aulas presenciais. A grande facilidade de acesso à informação tem tornado desnecessários e desinteressantes os repasses estritamente expositivos de conteúdo, impondo aos docentes os desafios de conseguir o envolvimento do aluno. Vero e Puka (2017) destacam que o século 21 está enfrentando grandes mudanças em conceitos, teorias, princípios e métodos, mas que a motivação talvez seja o fator mais importante aos educadores que objetivem melhorar a aprendizagem dos estudantes. Esses autores propõem que docentes aumentem a força colaborativa e comunicativa com seus discentes, como fator básico de motivação para a aprendizagem, sugerindo que:

1. Seja criada uma estrutura para identificar os aspectos ou estruturas da sala de aula que são manipuláveis (estruturas que representem a organização da sala de aula e estejam relacionadas ao planejamento instrucional);

2. Sejam identificadas estratégias que aumentem a motivação de todos os alunos (estratégia fundamentada em teoria e pesquisa e avaliada em relação ao desenvolvimento e em relação a outros construtos de motivação, bem como diferenças individuais).

Segundo James (2019) são necessárias novas técnicas de aprendizagem onde o professor tenha contato maior com os alunos, aprendendo pelo uso da tecnologia. A sala de aula tradicional dá espaço para uma área colaborativa para Zacardi (2019), onde o aprendizado acontece de forma mais interativa por meio de aplicativos, jogos

e outras tecnologias, para que os estudantes tenham a habilidade de aprendizagem autônoma. Para que o ensino com as novas metodologias de aprendizagem ativa seja eficiente, as instituições têm o desafio de estimular nos alunos a criatividade, a habilidade e a capacidade de aprender e se relacionar (PINTO, 2019).

Antunes (2017) relata que na 4ª Revolução Industrial tem-se uma dinamização dos processos através da Internet das Coisas, robôs, Inteligência Artificial e diversas outras tecnologias que devem ser incorporadas à educação pelo conceito *Learning By Doing* (aprender fazendo). Acompanhando o *2017 Global Summit*, constata-se a dinâmica em que todos aprenderão coisas diferentes e de maneiras diferentes, por meio de experiências, projetos e cases (Prikladnicki, 2017). Segundo o relatório *The New Work Order*, para preparar os alunos recomenda-se que se dê mais ênfase nas habilidades digitais, em saber lidar com pessoas, desenvolver competências socioemocional criativa, participar de projetos, empatia com inteligência, sendo fundamento o uso do empreendedorismo na escola.

2.2 Educação Empreendedora

Internacionalmente são reconhecidas e abordadas as diferenças e peculiaridades existentes entre empreendedorismo e educação empreendedora.

Kirby (2013), a quase uma década, enfatizou que os antigos programas americanos voltados a criação de novos empreendedores ou formação de empreendedores de pequenos negócios, cedia lugar ao desenvolvimento de graduados mais criativos e empoderados, sendo necessário que se estabelecesse uma conscientização sobre empreendedorismo, e que se desenvolvesse nos estudantes atributos empreendedores, ou seja, aprendizagem conduzida pela educação empreendedora. O quadro 1 pretende resumir essa proposta comparativa entre ensino tradicional e educação empreendedora.

O termo Educação Empreendedora é tratado na literatura acadêmica em seus diversos aspectos (GARAVAN e O'CONNOR, 1994; GIBB, 2002; FAYOLLE e GAILLY, 2008; FAYOLLE e VERZAT, 2016; FAYOLLE, 2013; GIBB e PRICE, 2014), e a noção ampla de educação empreendedora refere-se à conteúdos, métodos de ensino, aprendizagem e atividades de apoio à criação de conhecimento, desenvolvimento da cultura empreendedora, mentalidade empreendedora, competência, comportamento, atitudes, intenções e valores empreendedores essenciais para o indivíduo viver, trabalhar e criar valor compartilhado na sociedade

(GIBB, 2002; FAYOLLE e GAILLY, 2008; FAYOLLE e VERZAT, 2016; FAYOLLE, 2013; GIBB e PRICE, 2014, PORTER e KRAMER, 2011). Na perspectiva da educação empreendedora o estudante de engenharia é o protagonista do processo de aprendizagem, sendo engajado pelo professor facilitador, que adota a postura inovadora em sala de aula.

Quadro 1. Comparação entre Ensino Tradicional e Educação Empreendedora segundo KIRBY (2013)

<i>Ensino Tradicional</i>	<i>Educação Empreendedora</i>
➤ Ensinar sobre	➤ Educar para
➤ Desenvolver habilidades (lado esquerdo cérebro): <ul style="list-style-type: none"> • Estrutura • Fatos / certeza • Objetividade / distanciamento • Racionalidade, Lógica / Raciocínio • Linguagem, Símbolos 	➤ Desenvolver habilidades (lado direito cérebro): <ul style="list-style-type: none"> • Caos / Ambiguidade • Conhecimento evasivo • Inteligência emocional • Intuição • Criatividade / pensamento lateral
➤ Convergente: Uma resposta	➤ Divergente: Várias respostas
➤ O passado	➤ O futuro
➤ Análise crítica	➤ Criatividade
➤ Conhecimento	➤ Discernimento (“insight”)
➤ Entendimento passivo	➤ Entendimento ativo
➤ Desapego absoluto	➤ Envolvimento emocional
➤ Manipulação de símbolos	➤ Manipulação de eventos
➤ Comunicação escrita e neutralidade	➤ Comunicação pessoal e influência
➤ Conceitos	➤ Problemas/ oportunidades

Fonte: Autoria própria (2020).

Os Programas de Educação Empreendedora, que vêm sendo desenvolvidos em instituições de todo o mundo, contribuem para a formação desse profissional que, paralelamente à aquisição de informações e conhecimentos técnicos em sua área de formação, também recebe referenciais importantes para o seu posicionamento profissional e principalmente a percepção de um mundo de oportunidades ao seu redor (ANDRADE, 2001).

O conceito mais difundido foi o proposto pelo economista Joseph Schumpeter, que argumentou que empreendedores são aqueles que desenvolvem novas formas para a geração de novos mercados, novos produtos, novos serviços e novos métodos de produção e distribuição (DYER, 1992). Cabe assim estabelecer que Educação Empreendedora é o processo que objetiva o desenvolvimento do ser humano no âmbito da identificação e aproveitamento de oportunidades e sua posterior transformação em realidade, contribuindo assim para a geração de valores financeiros, sociais e culturais para a sociedade na qual o ser humano está inserido.

A Educação Empreendedora estabelece-se em um ambiente de aprendizagem ativa e intencionalmente de prática contextualizada às necessidades profissionais.

Uma mudança no sistema de ensino começa pela transformação filosófica na postura do professor, sendo importante focar nos objetivos de aprendizagem, e questionar quais os itens almejados aos alunos tenham, movimentando os alunos a buscarem pelo conhecimento, com motivação e auto regulação, ao invés de programar temas a serem apenas expostos dentro da sala de aula.

2.3 Aprendizagem Ativa

A aprendizagem ativa é um conjunto de técnicas que leva o estudante a se envolver, participar e conduzir o seu próprio processo de aprendizagem (PRINCE, 2004; LIMA, ANDERSSON & SAALMAN, 2016). A aprendizagem ativa, em oposição à aprendizagem passiva, deve ser propositiva, reflexiva, negociada, crítica, complexa, situação-direcionada, engajada (BARNES, 1989), envolvem o aluno em atividades dentro e fora da sala de aula, como projetos, dinâmicas e trabalho colaborativo e participativo, que permitam a ele refletir sobre as realizações em seu aprendizado (ANTHONY, 1996; MICHAEL, 2006). Michael (2006) elenca cinco elementos essenciais da aprendizagem ativa: (1) A aprendizagem a partir da construção de significados pelo aluno; (2) “Saber o que é” e “Saber como fazer” são processos de aprendizagem diferentes; (3) A transferência de conhecimento é positiva; (4) A aprendizagem deve ocorrer em grupos; (5) A aprendizagem significativa é facilitada através de explicações sobre o assunto. Os estudos de Anthony (1996), Prince (2004) e Michael (2006) apontam que a aprendizagem ativa proporciona mais benefícios ao desenvolvimento das habilidades empreendedoras nos alunos do que os métodos tradicionais de ensino.

2.4 Design Thinking

O *Design Thinking* (DT) vem sendo utilizado na educação em engenharia (ERICSON et al., 2009; DYM et al., 2015) e ajuda na resolução de problemas, propondo novos processos de ensino e aprendizagem e auxiliando no redesenho de aulas. Trata-se de uma abordagem onde os métodos e técnicas de design são utilizados além da área de *design*, referindo-se à forma como o *designer* pensa, trata problemas e a busca por suas soluções, abordando-os por diferentes perspectivas (BROWN, 2008; SEIDEL & FIXSON, 2013). De acordo com Brown (2008), os processos de DT podem ser compreendidos como um conjunto de espaços, que podem avançar e retroceder continuamente e permanentemente possibilitando validação,

e que se relacionam para estimular uma inovação contínua: espaços de inspiração (circunstâncias que motivem uma busca por soluções), ideação (desenvolvimento e prototipagem de ideias que possam vir a ser uma solução) e implementação (como implementar a solução no mercado). A razão de existência de uma instituição é a satisfação do cliente (interno ou externo), benefício possível apenas quando se conhece suas necessidades, desejos e percepções de mundo. O *Design Thinking* contribui com o processo educacional, neste mapeamento, enquanto abre a espaço à expressão (falar e ouvir), criação, envolvimento e trabalho com foco em resoluções de problemas, e possibilita caminhos para diferentes abordagens.

2.5 Taxonomia de Bloom

A Taxonomia de Bloom é uma ferramenta de avaliação dos objetivos educacionais, com possibilidades de aplicação nas diversas áreas do conhecimento, incluindo as engenharias (ATHANASSIOU, MCNETT & HARVEY, 2003; SEAMAN, 2011; ASSALY & SMADI, 2015). Concebida em 1956, a Taxonomia de Bloom é um *framework* de classificação do que é esperado que os alunos desenvolvam como resultado do processo de aprendizagem (BENSON, SPORAKOWSKI & STREMMEL, 1992; KRATHWOHL, 2002). Krathwohl (2002) enfatiza que a Taxonomia de Bloom é hierarquizada a fim de construir uma estrutura organizacional do conhecimento, onde a exigência cognitiva de cada nível é maior do que seu nível anterior, até o último. Eles se relacionam em dois grupos: o primeiro envolve três domínios cognitivos que exigem uma menor abstração cognitiva, de baixa ordem; e o segundo, que apresenta os três domínios de uma abstração cognitiva superior, de alta ordem.

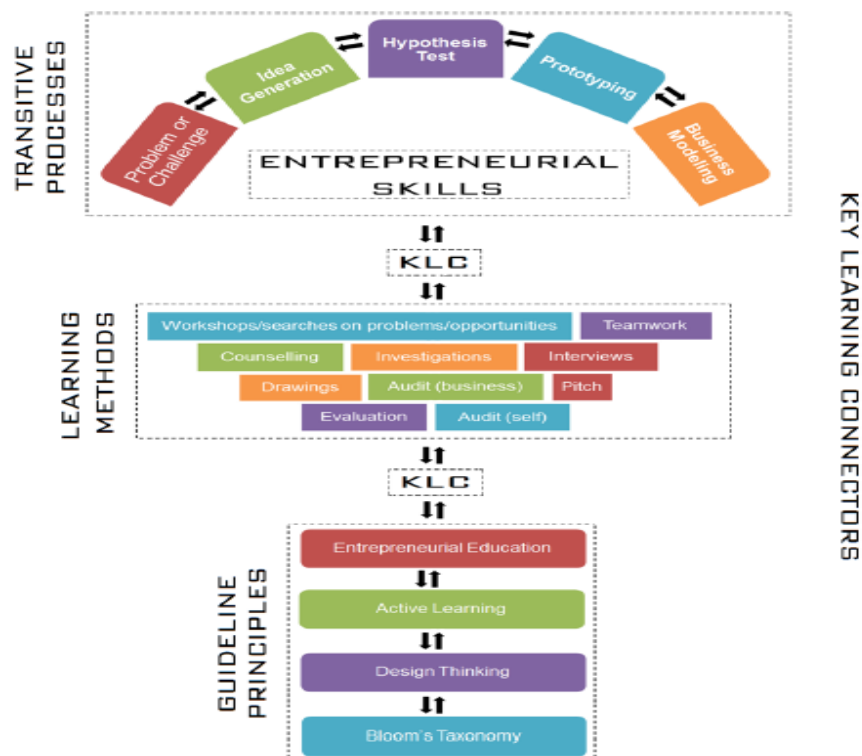
2.6 Ferramenta EDLE

A ferramenta foi criada para atender as necessidades do cenário atual das indústrias que procuram profissionais ligados as tecnologias e convívio social, também para atender as imposições da Educação 4.0 e para apoio dos professores, para que consigam modificar suas aulas e maneiras de ensinar de uma forma clara, seguindo estudos para que todas essas necessidades da Revolução 4.0, estabelecendo um caminho para desenvolvimento da Educação Empreendedora.

Aranha (2017) aponta que existe consenso, dos pesquisadores em empreendedorismo, quanto às habilidades empreendedoras essenciais que devem

complementar a formação do engenheiro, a fim de contribuir para aumentar o desempenho das empresas e elevar o desenvolvimento econômico dos países, entretanto, ressalta que não existe consenso sobre a forma que a educação empreendedora deve ser aplicada nos cursos de graduação em engenharia, por isso, sendo esse o grande desafio dos professores atuais. A proposta da ferramenta EDLE capta a aprendizagem dinâmica das habilidades empreendedoras destacando a associação dos princípios da aprendizagem ativa, design thinking e Taxonomia de Bloom (ARANHA, 2017), conforme Figura 1. Segundo Aranha (2017) é fundamental que se estabeleça objetivos contundentes e utilizando técnicas pedagógicas adequadas aliadas às metodologias ativas para garantia de uma qualificação profissional de excelência com interesse dos alunos durante o processo do ensino-aprendizagem.

Figura 1. Modelo conceitual EDLE (Entrepreneurial Dynamic Learning)



Fonte: Aranha (2017).

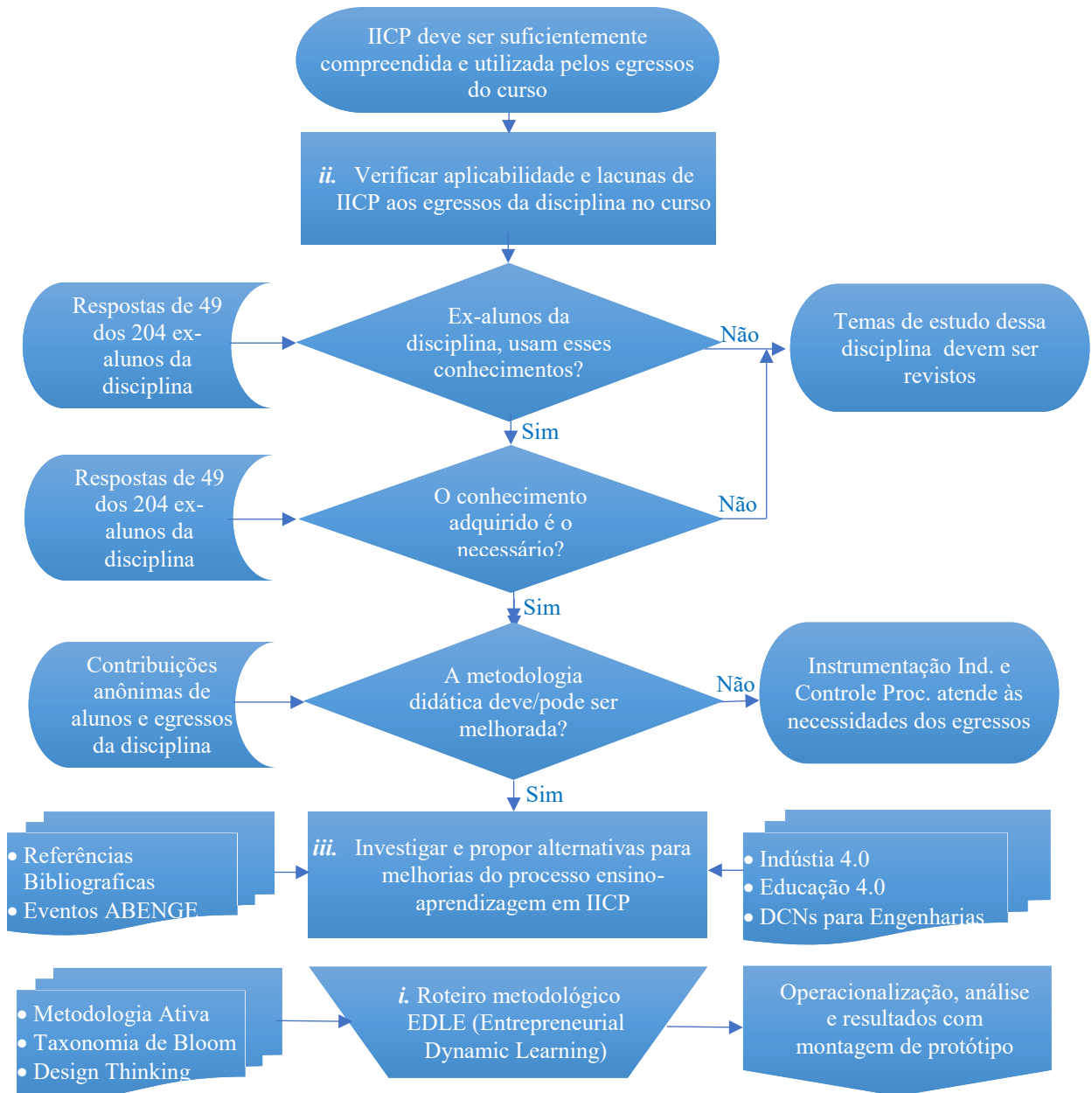
3 METODOLOGIA

3.1 Melhorias no processo de ensino-aprendizagem e novo roteiro metodológico

IICP é uma unidade curricular de 4 aulas semanais, obrigatória aos cursos de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química e optativa ofertada aos demais cursos. A ementa (Instrumentação de processos; Sensores e técnicas de medições; Fluxogramas; Simbologia; Normas; Supervisórios; Introdução aos sistemas de controle: elementos do laço de controle, modelos, equipamentos e técnicas de Controle; Introdução à modelagem matemática de sistemas de controle; Análise de estímulo e resposta transitória e de regime estacionário) até então era desenvolvida com aulas expositivas e acompanhamentos do funcionamento de sistemas instrumentados e/ou controlados. Para verificar aplicabilidade e lacunas para uso na atuação profissional dos egressos, inicialmente foi feito levantamento de dados de avaliações existentes. Foram utilizadas respostas e contribuições anônimas registradas por egressos que cursaram a disciplina entre 2011 e 2019 via Google Forms®, onde puderam responder objetivamente se utilizaram os conhecimentos (Alternativas: Sim; Não; Sim, mas precisei buscar além dos vistos na disciplina) e a como classificavam os conhecimentos adquiridos na disciplina cursada (Opções: Ótimo; Bom; Regular; Ruim; Péssimo). Em função da identificação positiva de necessidade, e da pertinência de melhoria no processo de ensino e aprendizado, foram pesquisadas estratégias didáticas para inovação.

A partir da revisão da literatura, em atendimento às novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia e em função de participações em treinamentos/ eventos promovidos pela ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia), optou-se pelo uso integrado da Educação Empreendedora + Aprendizagem Ativa + *Design Thinking* + Taxonomia de Bloom, operacionalizadas pela técnica EDLE (*Entrepreneurial Dynamic Learning*), adaptada e conduzida aos alunos matriculados na disciplina de IICP os semestres 1-2019 e 2-2019. Na Figura 2 apresenta-se a estrutura guia ao desenvolvimento do trabalho que culminou com operacionalização EDLE.

Figura 2. Framework para investigação das possibilidades/ necessidades de inovação/ revisão da unidade curricular de IICP- UTFPR-CM.



Fonte: Autoria própria (2020).

3.2 Acompanhamento, registro e avaliação da metodologia

A técnica EDLE foi aplicada durante as aulas, além de atividades extras a serem validadas como Complemento de Carga Horária. Iniciou-se com grupo de estudos e “brainstorm”, delineando conhecimentos, expectativas e interesses dos alunos em instrumentação, automação e controle de processos. Os dados foram utilizados para explanações dos conteúdos (sensores, atuadores e controladores), estabelecendo o cenário para problematização e desenvolvimento, conforme listado no Quadro 2, em 12 etapas sequenciais, desenvolvidas ao longo de 3 meses em cada turma.

Quadro 2. Etapas de operacionalização da ferramenta “EDLE” na disciplina

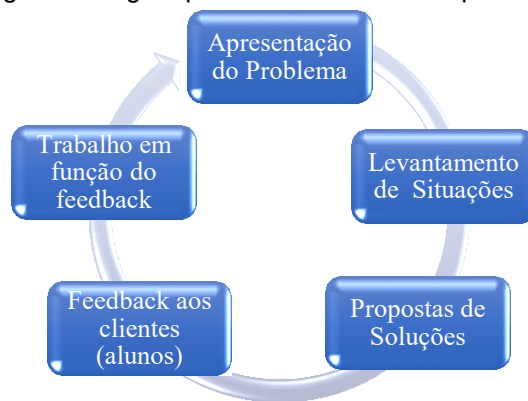
	Descrição da etapa	Realização
1	3 Ideias inovadoras	Individual
2	Seleção de ideia principal/ preferida/ mais conveniente	Individual
3	Validação da ideia com os pares (“Roundup”)	Individual
4	Auto-avaliação e avaliação por pares, em “Pitch”	Individual
5	Formação de equipes por defesa de objetivos de ideias mais votadas	Equipe
6	Design Thinking para “Ideia de Valor”	Equipe
7	Reconhecimento e instruções para aplicação do modelo de negócio Canvas	Equipe
8	Revisão da solução/ questionário aos possíveis clientes	Equipe
9	Instrumento check-list para a “Ideia de Valor” e “Pitch” das equipes	Equipe
10	Tabulação e análise dos resultados	Equipe
11	Instruções para avaliação voluntária e anônima de percepções sobre essa ação	Equipe
12	Feedback ao desenvolvimento Modelo de Negócios, Prototipação, aderências das ideias inovadoras e os temas de estudo.	Equipe

Fonte: Adaptado de SILVA e ARANHA, 2020.

A Etapa 1 foi o lançamento do desafio a cada aluno de proposição de 3 ideias (3 problemas e 3 respectivas soluções inovadoras). Essas então chamadas “ideias inovadoras” deveriam estar associadas a instrumentação e/ou automação e/ou controle de processos, e serem problemas reais relacionados a vida cotidiana do aluno. Para garantia da aderência das ideias aos objetivos da disciplina, os estudantes foram orientados a pensarem em usos de sensores às diferentes variáveis (temperatura, pressão, vazão, nível, pH, turbidez, massa, volume, etc.) e/ou diferentes princípios físicos (ópticos, magnéticos, indutivos, piezoelétricos, capacitivos, etc.), além da necessidade de automatização/ automação e controle. Na Etapa 2, cada aluno elegeu uma dentre as três ideias iniciais, preparando apresentação de 30 segundos. A Etapa 3, chamada *Roundup*, foi uma dinâmica de pares que se alternavam entre o primeiro apresentar a ideia (30 segundos) e o ouvinte, em 30 segundo, expor suas considerações e sugestões para anotação do expositor. Após todos serem ouvidos e falarem entre si, foram revistas as ideias e considerando as contribuições recebidas. Seguiu-se preparo de apresentação de 3 minutos, submetida a avaliação de todos da sala (Etapa 4), com escalonamento para seleção das melhores pontuadas (Etapa 5). Os proponentes das ideias classificadas, defenderam tecnicamente suas propostas, e formaram suas equipes (convite ou voluntariado dos demais alunos das ideias menos pontuadas). Cada equipe passou ao *Design Thinking* (DT), desenvolvendo seu projeto (Etapa 6). Na Figura 3 ilustra-se a abordagem DT utilizada, ao longo dos desenvolvimentos Na Etapa 7, adequadamente instruídos, as equipes preencheram os 9 blocos modelo de

negócio Canvas. Pela Etapa 8, os alunos fizeram pesquisa de campo, fora da aula, entrevistando os possíveis clientes para a Ideia de Valor da equipe, verificando se e quando estariam dispostos a pagar pelo produto (número de entrevistados impactou na avaliação). Na Etapa 9 as equipes revisaram os projetos e modelo de negócio, e apresentavam o resultado final das ações, para serem avaliados pela turma. Os resultados obtidos foram tabulados e analisados (Etapa 10).

Figura 3. Abordagem Design Thinking no processo de ensino e aprendizagem de IICP-UTFPR-CM.



Fonte: Autoria própria (2020).



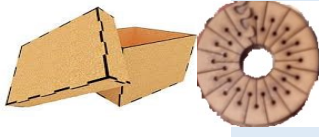
Todos os alunos receberam instruções e convite para preencherem formulário on-line, anônimo, sobre as percepções dos níveis cognitivos, segundo a Taxonomia de Bloom (lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar, criar) que sentiram desenvolvimento nas diferentes etapas da metodologia EDLE (Etapa 11). Os acadêmicos ainda poderiam selecionar até 3 dentre as 5 habilidades segundo metamodelo empreendedor de Fillion (*weltanschauung*, visão, liderança, energia, *networking*) prioritariamente adquiridos com a ação. Finalmente, como Etapa 12, cada equipe recebeu um *feedback*, pontuando a aderência do projeto aos temas de estudo e objetivos da disciplina.

3.3 Atividade prática inovadora e consequentes impactos

A lista de ideias de valor gerada, pela aplicação da técnica EDLE na disciplina, foi utilizada para levantamento das linhas de interesse para desenvolvimentos práticos dos acadêmicos, culminando na proposta de construção de um módulo para práticas de IICP. Selecionou-se um alimentador automático para *pets*, utilizando tutoriais de montagem disponibilizados por Ramos (2018) e Thenório (2019). Esse módulo torna possível a experimentação prática de situações típicas do transporte de grãos em indústrias de alimentos, permitindo a conexão dos conhecimentos de

outros componentes curriculares (Física, Fundamentos de Programação, Instalações Industriais, Fenômenos de Transporte, Operações Unitárias, Modelagem, Simulação, Planejamento, Gestão e Viabilidade Econômica de Projetos). Segue no Quadro 3 os materiais utilizados.

Quadro 3. Lista de materiais para construção do alimentador para cachorro

	Especificação Técnica (Descrição)	Imagem
1	<p>Arduino UNO <i>(Microcontrolador/ plataforma, de baixo custo, que contém os elementos eletrônicos essenciais para projetos de sistemas programáveis. Possui seu próprio ambiente de desenvolvimento baseado na linguagem C com códigos usados para comunicação de instruções livres e disponíveis. Opera em 5V e suporta entrada de 7-12V. Fisicamente composto por: Microcontrolador: ATmega328 (datasheet); 14 Portas Digitais: 14 (6 podem ser usadas como PWM); 6 Portas Analógicas; Corrente Pinos I/O: 40mA; Corrente Pinos 3,3V: 50mA; Memória Flash: 32KB; SRAM.</i></p>	
2	<p>Fonte 12V 5A <i>(Esta fonte pode ser usada com a BlackBoard UNO R3 ou qualquer outra placa Arduino que suporte até 12VDC como tensão de entrada.)</i></p>	
3	<p>Módulo relógio RTC DS3231 <i>(Relógio de tempo real de alta precisão e baixo consumo de energia. Com sensor de temperatura, informa segundos, minutos, dia, data, mês e ano, correções automáticas com menos de 31 dias e anos bissextos. Opera em 12 ou 24 horas. Em falha de energia automaticamente aciona a bateria que acompanha o módulo evitando perda de dados.)</i></p>	
4	<p>Modulo relé 1 Canal 12v <i>(Permite integração com microcontroladores como Arduino. A partir das saídas digitais pode-se, através do relé, controlar cargas maiores e dispositivos como motores AC ou DC, eletroímãs, solenóides e lâmpadas incandescentes. Este módulo tem um canal, logo, podea ser integrado para controlar até 1 relé. Cada canal possui um LED indicando estado)</i></p>	
5	<p>Relé 12V - 2 Posições - 125V 10A <i>(Dispositivo elétrico destinado a realizar modificações súbitas, mas predeterminadas em um ou mais circuitos de saída.)</i></p>	
6	<p>Bateria selada 12V 7AH e Push button <i>(Estacionária e não emite gases durante operação normal, permitindo transporte em qualquer posição, sem risco de vazamento eletrólito.)</i></p>	
7	<p>Motor DC 12V com caixa de redução 13 RPM <i>(Possui uma caixa de redução composta por engrenagens metálicas que são responsáveis pela redução da rotação, apresentando trabalho muito similar as caixas de marcha, ou seja, câmbio).</i></p>	
9	<p>Tubos e conexões em PVC, para esgoto: <i>Tubo 100 mm, Tubo 25 mm, Cap 100 mm, “Tês” 100 mm, Redução excêntrica de 100 mm para 50 mm, luva de correr 100 mm</i></p>	
10	<p>Cortes a laser da rosca, caixa e suporte. Outros: <i>kit de ferro de solda, colas, fitas, abraçadeiras, tesoura, régua metálica para trabalhos de montagem, sensores diferenciados, motor de passo, relés, válvulas para identificações dos componentes isolados.</i></p>	

Fonte: Autoria própria (2020).

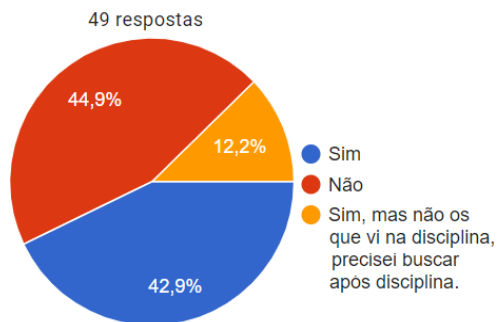
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados, apresentados por objetivos, atentam para o exposto no item 3.

4.1 Resultados obtidos no processo de ensino-aprendizagem

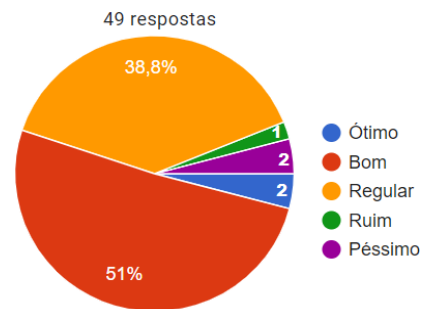
Para caracterização da efetividade da IICP na vida do profissional, utilizou-se as respostas armazenadas de 18 semestres de magistério na disciplina. Do total de 204 acadêmicos egressos da disciplina que receberam o questionário, 24% retornaram respostas em formulário *online* (49 alunos): quanto a utilizarem ou não o conteúdo aprendido (Figura 4) e o nível de domínio que julgavam ter alcançado (Figura 5).

Figura 4 – Resultados da questão: Você utiliza ou utilizou conhecimentos da disciplina de IICP?



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 5 – Resultados da questão: Como você classifica os conhecimentos obtidos em IICP?



Fonte: Autoria própria (2020).

Constatou-se que a disciplina tem relevância na atuação profissional, conforme confirmado nos 55,1% de respostas da Figura 4.

Pela Figura 5 é possível identificar que cerca da metade da população de alunos que cursaram IICP, classificam como “Bom” o conhecimento adquirido na disciplina, entretanto, 41% declararam-se com conhecimento “Regular” ou “Ruim”, indicando a conveniência da melhoria no processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

Os 45 egressos (22%) que registraram contribuições discursivas à respeito da disciplina, que foram sumarizadas em temas principais e recorrentes, conforme listado no Quadro 4. Constata-se que grande parte dos ex-alunos infere sobre a importância da disciplina na ação profissional, indicando a importância e necessidade de intensificação em atividades práticas. Ainda na avaliação do docente pelo discente, alunos relatam grandes dificuldades no entendimento e aplicação dos conceitos, além de reconhecerem a importância do tema no curso e dificuldades em função da especificidade tecnológica da área.

Quadro 4 – Registros anônimos de ex-alunos de IICP-UTFPR – Campo Mourão, quando instigados a contribuir para melhoria da disciplina

Tema	Vezes que o tema constou em resposta discursiva.
Tiveram grande dificuldade de entendimento	04
O conteúdo deveria ser mais aprofundado e atualizado	06
Alta importância/ aplicação da disciplina no curso	08
Gostaram muito da disciplina e/ou das práticas	09
Sugerem ampliar visão/ aplicação prática da disciplina	13

Fonte: A autoria própria (2020).

Levantamento das respostas dos alunos na avaliação do docente pelo discente, somada às respostas reportadas anteriormente e aos comentários dos alunos, evidenciou a existência de muitas resistências e dificuldades acadêmicas no tema, sendo que a maioria dos argumentos apresentados foram que instrumentar e controlar processos seriam escopos de outros profissionais, nomeadamente Engenheiros Eletrônicos e Instrumentistas. Em contrapartida, a Revolução 4.0 estabelece automação às práticas de engenharia em geral. Aos engenheiros, portanto, compete não simplesmente usá-los repetidas vezes, mas a partir do entendimento de como os processos instrumentados e controlados funcionam, estarem aptos a avaliação e atuação técnicas, em trabalhos transdisciplinares. Por abordar conteúdos comuns aos diversos ramos das engenharias e ser ofertada para alunos a partir do sétimo período, a disciplina tem por objetivo habilitar de maneira analítica/ crítica o profissional que atuará em sistemas de instrumentação e controles nos processos (aquisição, monitoramento, processamento e armazenamento de variáveis). Objetiva-se que a disciplina instigue a compreensão, aplicação e criação de soluções tecnológicas, sendo adequada para desenvolvimento de projetos interdisciplinares e transdisciplinares.

A operacionalização do método permitiu identificar:

- A aderência do conteúdo da disciplina às expectativas de atuação;
- Carência de módulos para práticas e de visão interdisciplinar nas disciplinas;
- Busca de atuação profissional empolgante e rentável;
- Carência de métodos ao desenvolvimento autônomo e criativo em projetos.

4.2 Resultados obtidos pelo acompanhamento, registro e avaliação

O Quadro 5 relaciona os principais títulos propostos por alunos como propostas de ideias inovadoras.

Quadro 5 – Relação de títulos das ideias inovadoras sugeridas por acadêmicos.

Ideia de Valor envolvendo Instrumentação e Controle de Processos	
1	Aumento de pressão sem sinalização nunca mais
2	Ferramenta virtual para escolha de frutas maduras
3	Marmita fitness ultracongelada eficiente
4	Iluminação na rodovia com sensores de luz
5	Mensurador de permeabilidade de vapor d'água
6	Aplicativo de ingredientes para refeições balanceadas em dietas especiais
7	Sensor de presença dentro de máquinas prevenindo acidentes
8	Sensor de análise perda de umidade ao longo do tempo
9	Aplicativo para Registro Acadêmico único controlado = RÚnico
10	Reutilização da água de Resfriamento do Destilador
11	Fim das filas nos atendimentos dos Shoppings: aplicativo Queue
12	Sensor de análise
13	"PET" para Eng.Alim. e Eng.Quím. melhorar visão práticas profissionais
14	Porta automática
15	Bloco digestor com detecção de cor automática
16	Controle eletrônico dos usuários do Laboratório de Análises Sensoriais
17	Manual online visual para uso de equipamentos
18	Entrega online de documentação para Edital de Auxílio Estudantil
19	Sensor de micronutrientes
20	Um sensor de peso no prato de comida a quilo
21	Controlador de temperatura em solução
22	Leitura instantânea de amostra antes do envase
23	Almoço sem ticket impresso em papel no Restaurante Universitário.
24	EcoBattery
25	Deteção de Insetos em indústrias de Alimentos
26	Fim das perdas de produtividade na produção: aplicativo MS Management
27	Aplicação interdisciplinaridade na UTFPR (engenharias juntas trabalhos ao final)
28	Scan de microrganismo
29	Bureta com display indicador de volume
30	Registros virtuais das informações dos provedores em Análises Sensoriais
31	Fim da contaminação externa em estufas
32	Verificação da quantidade de gás de cozinha no botijão residencial
33	Banco de dados de referência lincado com o Word
34	Sensores de tempo para refrigerante refil
35	Indicador de umidade relativa inapropriada
36	Rastreamento de posicionamento ao entrar e sair de localidades da empresa.
37	Opção por fotos excluídas automaticamente em 15 dias.
38	Aplicativo PasseÚnico
39	Reutilização de água doméstica
40	Aplicativo UTFPR In Touch
41	Sensor de movimento no ar condicionado
42	Alimentador automático para pets
43	Medidor de variáveis
44	Cabine automatizada de análise sensorial
45	Acionamento automático (pneumático) das portas das cabines sensoriais
46	Cortina automática em aviários
47	Registrador de presença a longa distância em instituições

Fonte: Arquivos da disciplina Instrumentação e Controle de Processos 1-2019 e 2-2019.

Esta etapa EDLE esteve associada às habilidades de reflexão, criação e proposição. Uma leitura dos títulos impostos revelam ainda a aderência e pertinência das propostas com a matéria em estudo. A seleção de uma das 3 ideias, feita por cada aluno quanto a mais promissora do ponto de vista de aceitação, viabilidade de execução e motivação pessoal. As avaliações das apresentações das ideias foram

feitas por todos os presentes, anotando-se o cumprimento ou não dos quesitos solicitados, gerando-se resultados comparativos para acompanhamento e análise de todos, possibilitou análise crítica do desempenho e melhoria individual.

Promovendo a seleção da ideia, os alunos buscaram subsídios concretos para defesa da viabilidade de desenvolvimento da proposta inovadora. Além de dados estatísticos e esquematização da execução prática, os alunos trouxeram referências de concorrentes e estimativas de custos e capacitações técnicas envolvidas e necessárias. Contrapondo-se a apatia e resistências de outros semestres, a validação das ideias aos pares (*Roundup*) foi realizada com empolgação e empenho de todos os participantes, atestando a efetividade da ação (registros de respostas). Esta etapa proporcionou aos alunos treinamento das cognições analíticas, avaliativas e propositivas.

Conforme pode ser observado no Quadro 5, os títulos dos trabalhos inferem quanto a interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e multidisciplinaridade inerente no desenvolvimento dos projetos. Objetivando instigar/ subsidiar o leitor no que diz respeito a interconexão e dependência entre os saberes das diferentes disciplinas do curso e necessidades multidisciplinares, dos 47 trabalhos no Quadro 5, serão aqui elucidados apenas os 2 primeiros da lista:

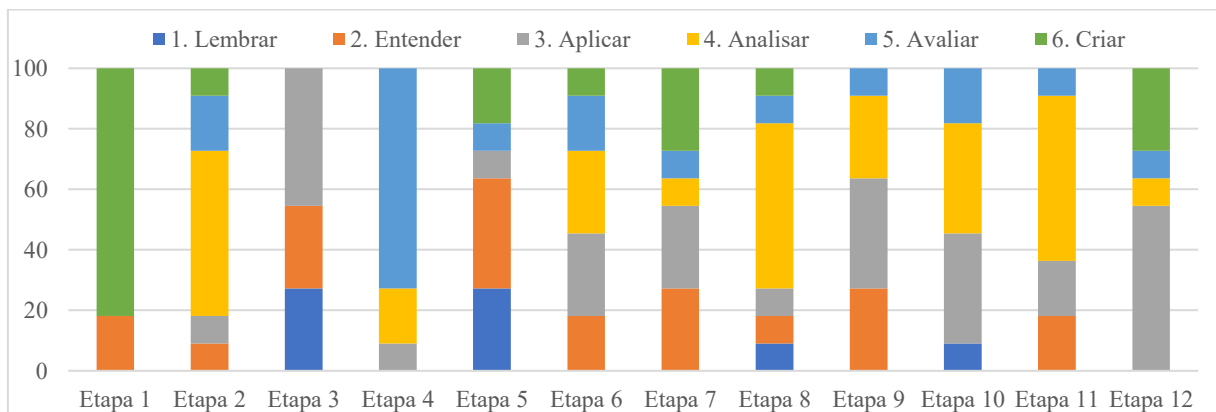
1. Aumento de pressão sem sinalização jamais: necessidade de compreender os diferentes tipos e funcionamentos de sensores de pressão, bem como mecanismos transferência de sinais e comunicação entre instrumentos (escopo da Instrumentação), utilizando os conhecimentos básicos (escopo da Física e da Termodinâmica), mas também estabelecer os efeitos e limites de tolerância para o produto durante oscilações de pressão (escopo das Tecnologias de Alimentos) e equipamentos/ processos existentes no mercado para altoclavagem (escopo da Química Analítica e Instrumental). Por outro lado, a proposta de um “alarme” sonoro enviado a um App (Aplicação) no smartphone via sistema android e/ou ios (escopo dos profissionais da Eletrônica);
2. Ferramenta virtual para escolha de frutas maduras: fundamental que se listasse as frutas de interesse e os respectivos parâmetros característicos de maturação (escopo da Tecnologia de Frutas), aspectos passíveis de correlação entre atributos sensoriais desejáveis e físicos detectáveis por sensores (escopo das Análises Sensoriais, Físicas e Químicas), além da necessidade de pesquisa sobre avanços tecnológicos em realidade virtual e implementação de sistemas (escopo da

Eletrônica). Nesta proposta, foi possível a reflexão quanto a viabilidade econômica comparativamente a contratação de pessoa, no ponto de venda, selecionando e enviando as frutas ao interessado.

Os resultados dos processos pós escalonamento por votação para continuidade das ações (formação das equipes, desenvolvimento de Modelo de Negócios Canvas) não serão apresentados neste trabalho, por não agregarem informações aos objetivos aqui estabelecidos.

As percepções registradas por alguns alunos em relação aos níveis cognitivos trabalhados, segundo a Taxonomia de Bloom, em cada uma das etapas de 1 a 12 do desenvolvimento EDLE nas turmas 2019 de IICP-UTFPR-CM encontram-se registradas na Figura 6. Evidencia-se que foi possível trabalhar níveis cognitivos de mais alta ordem, pelo uso da metodologia utilizada: criação, avaliação e análise.

Figura 6 – Domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom que teve o desenvolvimento mais significativo, segundo percepção individual expressa por alunos participantes das ações EDLE em IICP.

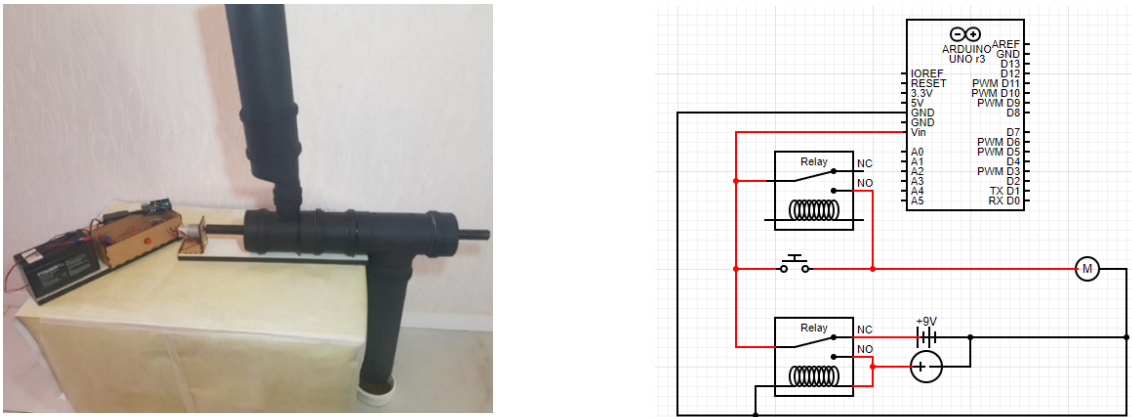


Fonte: Autoria própria (2020).

4.3 Resultados obtidos pela identificação e apresentação

Na figura 7 apresenta-se a imagem do protótipo montado com diagrama de circuito eletrônico correspondente.

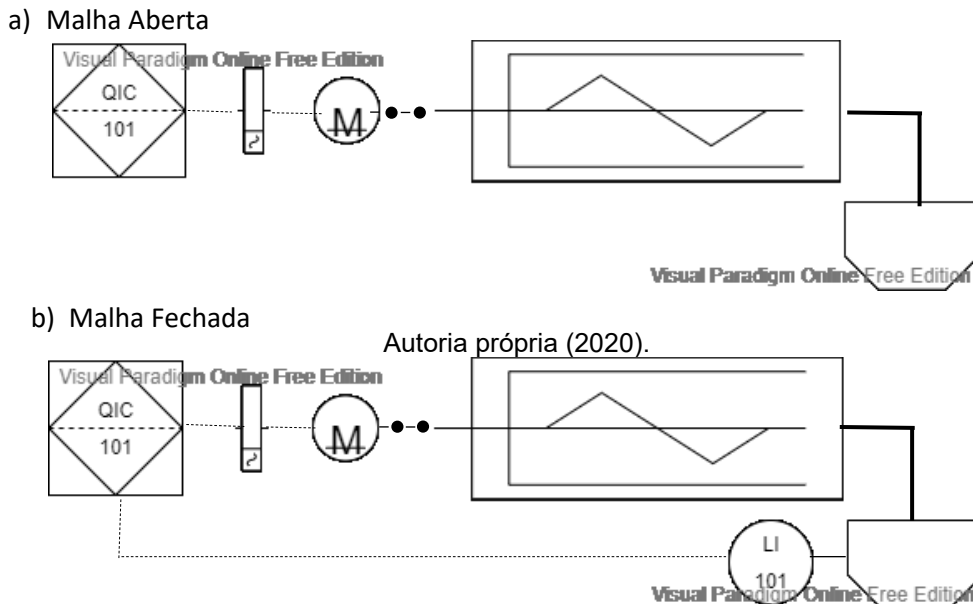
Figura 7 – Protótipo do alimentador automático para *pets* e diagrama de circuito correspondente.



Fonte: Autoria própria (2020).

Como exercício proposto aos alunos para outras funcionalidades possíveis do módulo, confrontou-se a malha aberta e a malha fechada. Os fluxogramas P&ID, conforme ilustrado na Figura 8, foram desenvolvidos considerando que a ração fosse liberada no horário proposto (função implementada pelo módulo relógio, em malha aberta) e depois considerando a inserção do sensor de identificação de presença de ração no pote, alterando o sistema em malha fechada para que só houvesse a acionamento da rosca no horário, caso o pote de ração do pet estivesse suficientemente vazio. Este exercício foi feito utilizando o *Visual Paradigm Online Free Edition*®.

Figura 8 – Fluxograma P&ID (Piping and Instrumentation Diagram/Drawing, considerando Malha Aberta e Malha Fechada de Controle ao Alimentador de *Pets*.



Fonte: Autoria própria (2020).

4.4 Resultados obtidos aos objetivos específicos vi, vii e viii

As turmas apresentaram níveis de interesse diferentes nas propostas dentro da sala de aula. Como obstáculo inicial, a maioria dos alunos não conseguiram entregar os três problemas iniciais, sendo para questionamento a falta de contato com o conteúdo ou a falta de percepção sobre como as disciplinas estão conectadas com nosso cotidiano. Apresentaram também resistência para formar grupos com pessoas não tão próximas. Alguns alunos não conseguiram cumprir todos os prazos inicialmente estabelecidos às tarefas, mas todos apresentaram trabalhos relacionados com as dificuldades do seu dia a dia. Foi possível traçar um perfil dos egressos e suas demandas da disciplina de Instrumentação Industrial e Controle de Processos da UTFPR-CM, comprovando a eficácia do uso de uma metodologia para educação empreendedora no processo ensino-aprendizagem.

Foi sugerido aos participantes que deixassem seus depoimentos quanto a metodologia de trabalho adotada na disciplina. Alguns dos depoimentos anônimos registrados, são transcritos abaixo.

“A ideia de buscar problemas da área e das soluções aos mesmos é sensacional, isso nos instiga a buscar para toda ocasião uma solução e nos mostra que somos capazes de resolver tudo aquilo que nos incomoda. Apresentar é muito bom, é uma maneira de exteriorizar aquilo que sabemos e como primor ganhamos sugestões para melhorar nosso pensamento. Nunca tinha pensado em resolver um problema que estivesse tão perto de mim, imaginava que quando me tornasse engenheira iria brotar um conhecimento e eu poderia sair resolvendo tudo, quando na verdade é só uma questão de praticar a busca por solução.” (Anônimo 1, 2019)

“Acredito que a experiência das ideias inovadoras foi muito válida, pois nos instiga a pensar, a querer inovar, procurar soluções, nos auxiliou a como "ser engenheiro". Porém acredito que isso poderia ser transformado em uma disciplina para todas as engenharias (...). Consegui conciliar a iniciativa com meu dia-a-dia no laboratório, me ajudou a ter um olhar mais crítico e desenvolver o raciocínio perante algum problema.” (Anônimo 2, 2019)

“Experiência nova e muito legal, pois todos tiveram a oportunidade de expor suas ideias e ir melhorando com a ajuda dos colegas da sala. Mostrou que a ideia que parecer ser simples demais, a partir das pesquisas, deu-se para perceber a importância e o quão legal é.” (Anônimo 3, 2019)

“A dinâmica foi muito boa, a sensação de se sentir empreendedor prestes a vender sua própria ideia é magnífica.” (Anônimo 4, 2019)

“A dinâmica do trabalho foi boa, incentivando o nosso pensamento crítico e poder de síntese sobre as coisas (algo que está faltando em muitas disciplinas). O processo de inovação é ideal para o aluno sair da sua zona de conforto e ir buscar ideias além do seu alcance. (...)”(Anônimo 5, 2019)

As deficiências no ensino superior não são exclusivas do Brasil, sendo observadas em nível mundial e, por isso, constata-se a graduação como tema em discussões, conferindo mudanças e cobranças no âmbito educacional (REIS, 2012). O ensino universitário americano, por exemplo, estabelece que alunos devam ter habilidades específicas como: comunicação poderosa, pensamento crítico, colaboração produtiva e conclusão de projetos eficazes, participação em pelo menos uma experiência de aprendizado na qual eles realizem um trabalho real e que completem um projeto que não apenas beneficia seu local de trabalho, mas demonstre sua capacidade de processar habilidades de liderar, inquirir, analisar, pesquisar ou se expressar criativamente (SANTOS; SILVA, 2008). O mercado de trabalho tem exigido profissionais com habilidades práticas multidisciplinares, com capacidade de articulação de diferentes conceitos teóricos e tecnologias atuantes. Por isso é fundamental que o profissional da engenharia compreenda novos métodos e técnicas inerentes à produção, mas que também tenham características de gestão e tecnologia (SANTOS; SILVA, 2008), o que está em consonância com os objetivos atingidos pelo presente trabalho.

Segundo a *Royal Academic of Engineering* (2019), a inovação da educação superior em engenharia deve ser alcançada por seis dimensões, dentre as quais ressalta: Maior ênfase nos trabalhos por projetos; Incorporação de criatividade e geração de ideias enfatizando a natureza criativa da engenharia; Aumento do nível de atividade interdisciplinar incluindo outras áreas temáticas; Exposição dos estudantes à vida real incluindo problemas de engenharia os quais. Neste sentido, a ação metodológica realizada percorreu tais dimensões.

Sharunova et al. (2018) descrevem ainda a importância da transdisciplinaridade, isto é, que haja colaboração de especialistas de diferentes disciplinas de engenharia para desenvolver soluções eficientes para problemas interdisciplinares de projetos. Podendo auxiliar no atendimento desta necessidade, a disciplina de Instrumentação

e Controle de Processos enfrenta muitas resistências e dificuldades acadêmicas sendo errônea e tradicionalmente associada como área de atuação característica dos Engenheiros Eletrônicos e de Automação. Os projetos propostos pelos estudantes, caracterizavam-se pela necessidade de saberes, competências e colaborações inter e transdisciplinares (gestão de pessoas, química, física (elétrica, eletrônica, magnetismo), análise instrumental, processos industriais, viabilidade econômica, planejamento, projetos, fenômenos de transferência, computação, etc).

Segundo James (2019), ao longo do tempo foram criadas várias técnicas para os professores passarem seu conhecimento para os alunos, quando falamos da Educação 4.0 incluímos as formas já utilizadas como, por exemplo, sala de aula e uso da internet, mas com o acréscimo de um ensino individual onde cada um aprende de uma maneira e o conhecimento será passado de várias maneiras diferentes. Isso reforça a importância de que sejam esquematizados *frameworks* com resultados práticos obtidos a serem compartilhados para análise e discussão com os pares, para edificação sustentada e eficiente do processo de ensino.

Nas universidades este tipo de aprendizagem vem sendo cada vez mais utilizado, pois é uma maneira de formar profissionais atualizados frente ao que as indústrias e empresas com tecnologias recentes pedem no atual cenário cibernético (JAMES, 2019), o que se almeja com este trabalho.

5 CONCLUSÃO

Foi possível traçar um perfil dos egressos e suas demandas da disciplina de IICP-CM, mediante uso de framework proposto e atendendo a necessidade de atualização do processo de ensino-aprendizagem identificadas.

Comprovou-se a eficácia do uso de uma metodologia para educação empreendedora no processo ensino-aprendizagem, que culminou com o desenvolvimento de habilidades empreendedoras de criatividade, inovação, liderança, trabalho em equipe e auto regulação nos acadêmicos.

Como contribuição inovadora, foi possível a idealização, desenvolvimento e validação de um sistema modelo (real e virtual) para novas atividades práticas da disciplina, permitindo aplicações em automatização, automação, circuitos elétricos/ eletrônicos, malhas de controle, diagramas P&ID = Piping and Instrumentation Diagram/Drawing.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, R. W. A. **Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento**. 2017. Disponível em: <https://anais.suceg.ufsc.br/index.php/suceg/article/view/49/17>. Acesso em 18 jun. 2020.
- ANTHONY, G. Active learning in a constructivist framework. **Educational Studies in Mathematics**. p. 349-369, 1996.
- ARANHA, E.; DOS SANTOS, P. H. & GARCIA, N. P. EDLE: na integrated tool foster entrepreneurial skills development in engineering education. **Educational Technology Research and Development**, 2018.
- ASSALY, I. R. e SMADI, O. M. Using Bloom's Taxonomy to Evaluate the Cognitive Levels of Master Class Textbook's Questions. **English Language Teaching**. p. 100-110, 2015.
- ATHANASSIOU, N., MCNETT, J. M. e HARVEY, C. Critical Thinking in the Management Classroom: Bloom's Taxonomy as a Learning Tool. **Journal of Management Education**. p. 533-555, 2003.
- BARNES, D. **Active Learning**. Leeds University TVEI Support Project. p. 19, 1989.
- BENSON, M. J., SPORAKOWSKI, M. J. e STREMMEL, A. J. Writing reviews of family literature: Guiding students using Bloom's taxonomy of cognitive objectives. **Family Relations**. p. 1-65, 1992.
- BLOOM, B.; ENGELHART, J.; FURST, E.J., HILL, W.H. & KRATHWOHL, D.R. Taxonomy of education objectives: The classification of education goals. **Handbook 1: Cognitive domain**. New York: David Mckay, 1956.
- BRASIL. **Lei nº 5.194**, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor. Disponível em: <http://legislacao.planalto.gov.br/>. Acesso em 11 jan. 2021.
- BRASIL. **Parecer CNE/CES nº 1/2019**, aprovado em 23 de janeiro de 2019. Relata orientações para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação em engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pec-g/33371-cne-conselho-nacional-de-educacao/74351-parecer-ces-2019>. Acesso em 20 mar. 2021.
- BROWN, T. Design Thinking. **Harvard Business Review**. p. 11, 2008.
- DALE E. **Audio-Visual Methods in Teaching**. 3rd Ed. New York: Holt, Rinehart & Winston; 1969.
- DYM, C. L. et al. Engineering Design Thinking, Teaching and Learning. **Journal of Engineering Education**. p. 103-120, 2005.
- FAYOLLE, A. & GAILLY, Benoît. From craft to science: Teaching models and learning processes in entrepreneurship education, **Journal of European Industrial Training**, Vol. 32 Issue: 7, p.569-593, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/03090590810899838>, 2008. Acesso em 18 jun. 2020.

FAYOLLE, A. Personal views on the future of entrepreneurship education, **Entrepreneurship and Regional Development**, v. 25 Nos 7-8, p. 692-701, 2013.

FAYOLLE, A.; VERZAT, C. In quest of legitimacy: The theoretical and methodological foundations of entrepreneurship education research. **International Small Business Journal**, v. 34, n.7, p. 895–904, 2016.

GARAVAN, T. N.; O’CINNEIDE, B. Entrepreneurship Education and Training Programmes: A Review and Evaluation – Part 1. **Journal of European Industrial Training**, v. 18, n. 8, p. 3-12, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/03090599410068024>. Acesso em 25 jul. 2020.

GIBB, A. Pursuit of a New "Enterprise" and "Entrepreneurship" Paradigm for Learning: Creative Destruction, New Values, New Ways of Doing Things and New Combinations of knowledge. **International Journal of Management Reviews**, v. 4, p. 213-231, 2002.

GIBB, A.; PRICE, A. **A Compendium of Pedagogies for Teaching Entrepreneurship**. 2nd Edition, 2014.

HELMRICH, K. **Future technologies that will drive Industry 4.0**. 2019. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/future-technologies-will-drive-industry-4-0/>. Acesso em 20 mai. 2020.

JAMES, F. **Everything You Need to Know About Education 4.0**. 2019. Disponível em: <https://www.qs.com/everything-you-need-to-know-education-40/>. Acesso em 18 jun. 2020.

KIRBY, D. Changing the entrepreneurship education paradigm. *In: Handbook of Research in Entrepreneurship Education*, v. 1: A general perspective, edited by Alain Fayole, Edgard Elgar, 2007.

KIRBY, D. Changing the entrepreneurship education paradigm. **The British University in Egypt**, AUC, 2013. Disponível em: <http://medpoint-design.com/Btraining/wp-content/uploads/2013/04/Changing-the-Entrepreneurship-Education-Paradigm-AUC.pdf>. Acesso em 17 mar. 2021.

KRATHWOHL, D. **A Revision of Bloom’s Taxonomy**: an overview. The Ohio State University. 2002.

LIMA, A. G. **Indústria 4.0: um novo paradigma para a indústria**. 2019. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/642/433>. Acesso em 18 jun. 2020.

PIMENTA, S. G. et al. A construção da didática no GT Didática–análise de seus referenciais. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 52, p. 143-162, 2013.

PINTO, D. O. **Entenda os impactos da Quarta Revolução Industrial na Educação**. 2019. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/quarta-revolucao-industrial-entenda-os-impactos-na-educacao/>. Acesso em 20 mai. 2020.

PRIKLADNICKI, R. **Singularity University 2017 Global Summit Review**. 2017. Disponível em: <https://www.startse.com/noticia/nova-economia/tecnologia-inovacao/global-summit>. Acesso em 12 nov. 2019.

RAMOS, F. H. **Canal Xprojetos**: Como Fazer um Alimentador automático (gatos, cachorros...). YouTube. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xVJ-mmXnglk>. Acesso em 01 out. 2019.

REIS, V. W.; Evasão no ensino superior de engenharia no Brasil: um estudo de caso no CEFET/RJ. *In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, 40, 2012, Belém. O engenheiro professor e o desafio de educar. COBENGE, 2012.

ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. **Engineering skills for the future** – Education for Engineering, 2019. Disponível em: <https://www.raeng.org.uk/publications/reports/engineering-skills-for-the-future>. Acesso em 01 mai. 2019.

SEAMAN, M. Bloom's Taxonomy: its evolution, revision and use in the field of education. **Curriculum and Teaching Dialogue**. p. 29-43, 2011.

SILVA, K.; ARANHA, E. A. Desenvolvimento de habilidades empreendedoras pelo uso da ferramenta EDLE em diferentes instituições e períodos de cursos de engenharia do Brasil. **Anais COBENGE 2020** - ISSN 2175 - 957X. Dez 2020. Disponível em: <https://www.doi.org/10.37702/COBENGE.2020.3099>. Acesso em 17 mar. 2021.

SHARUNOVA, A.; BUTT, M.; QURESHI, A. J. Transdisciplinary Design Education for Engineering Undergraduates: Mapping of Bloom's Taxonomy Cognitive Domain Across Design Stages. **Procedia CIRP**, Elsevier, Nantes, France, v.170, p. 313-318, 2018.

SEIDEL, V. P. e FIXSON, S. K. Adopting Design Thinking in Novice Multidisciplinary Teams: The application and limits of design methods and reflexive practices. **Journal of Product Innovation Management**. p. 19-33. 2013.

THENORIO, I. **Manual do Mundo**. Faça um alimentador automático para cachorros. YouTube. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TdMz7EMKBdY>. Acesso em 01 out. 2019.

VERO, E.; PUKA, E. The Importance of Motivation in an Educational Environment. **Formazione & Insegnamento XV**, 2017.