

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

RODRIGO DE PAIVA CIRILO

**INTEGRAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E A
FLEXQUEST: UMA PROPOSTA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA**

RECIFE

2018

RODRIGO DE PAIVA CIRILO

**INTEGRAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E A
FLEXQUEST: UMA PROPOSTA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: **MARCELO BRITO C. LEÃO**
Coorientador: **MARIA DAS GRAÇAS
CLEOPHAS PORTO**

RECIFE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C578i Cirilo, Rodrigo de Paiva.
Integração entre a aprendizagem baseada em projetos e a flexquest: uma proposta para os cursos de engenharia / Rodrigo de Paiva Cirilo. – Recife, 2018.
126 f.: il.

Orientador(a): Marcelo Brito Carneiro Leão.
Coorientador(a): Maria das Graças Cleophas Porto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Ciência – Estudo e ensino 2. Engenharia – Ensino 3. Aprendizagem – Ensino
4. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação 5. FlexQuest I. Leão,
Marcelo Brito Carneiro, orient. II. Porto, Maria das Graças Cleophas, coorient.
III. Título

CDD 501

RODRIGO DE PAIVA CIRILO

**INTEGRAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E A
FLEXQUEST: UMA PROPOSTA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: **MARCELO BRITO C. LEÃO**
Coorientador: **MARIA DAS GRAÇAS
CLEOPHAS PORTO**

Aprovada em / / 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Brito Carneiro Leão – UFRPE

Orientador

Prof^ª. Dr. Angela Fernandes Campos

Examinador

Prof^ª Dr^a Flávia C. G. C. Vasconcelos

Examinadora

AGRADECIMENTOS

De início, agradeço de coração ao apoio familiar de sempre, a minha mãe, Vera Lúcia, por tudo que ela representa em minha vida, a minha esposa Jacque e meu filho Olavo, pela compreensão nos momentos de dedicação a elaboração deste trabalho e ao meu irmão Léo e sua esposa Natália, que sempre apoiaram. Muito obrigado!

As minhas amigas e companheiras de trabalho na Companhia Estadual de Habitação, Cilene, Marília, Cris e Andréa, que pelo incentivo constante foi muito importante nessa caminhada. Agradeço também aos amigos que fiz na Secretaria de Educação de Pernambuco Cris, Débora, Hely e Ranússia, por não me deixarem desanimar.

Um agradecimento todo especial aos meus amigos “bascuis” professores da UFRPE-UACSA Ana Cláudia, Grazianny, Gisele, Letânia, Marcos, Nilson, Priscilla, Vinícius e Yana, juntamente ao Prof. Emerson. Um dia, quero ser igual a vocês: jovens pesquisadores brilhantes e pessoas maravilhosas. Muito obrigado.

Agradeço demais ao seletor grupo de alunos e alunas que compuseram a turma de Mestrado do PPGECC 2016.1. Valeu, galera! Conseguimos!

De forma bastante carinhosa, quero agradecer a minha antiga orientadora e hoje minha amiga, Profa. Francimar Teixeira. Que este trabalho sirva como meus mais sinceros pedidos de desculpas pelo desleixo de outrora.

Expresso aqui meus mais elevados votos de gratidão ao Prof Gabriel Rivas, então Diretor Geral e Acadêmico da UACSA, por ter depositado sua confiança em minha pessoa. Cada gota de suor derramado por este trabalho visou honrar toda responsabilidade a mim atribuída. Nunca esquecerei esse gesto. Muito obrigado! Gostaria, ainda, de agradecer ao Prof. José Temístocles e à Profa. Amanda por toda compreensão dispensada. Obrigado!

Agradeço, efusivamente, ao Prof. Marcelo Brito Carneiro Leão, tanto por ter aceitado ser meu orientador em meio às tantas atribuições que lhe são cotidianas, como por ter colocado um anjo em meu caminho, na forma de coorientadora, que atende pelo nome de Maria das Graças Cleophas Porto.

E sou totalmente grato a Profa. Graça Porto por toda a contribuição, disponibilidade e paciência, em todos os momentos desse trabalho. Não deve ser fácil orientar um engenheiro em um programa de pós-graduação em educação. Nossa amizade, estabelecida através de

tecnologias de comunicação, é presente, forte e pulsante, parecendo que trabalhamos juntos há tempos. A tecnologia nos uniu, e espero que assim seja durante muito tempo. Obrigado por tudo, professora!

Que toda a boa energia, a qual acredito ser Deus, continue conosco.

“Porque foi tão fácil conseguir
E agora eu me pergunto ‘E daí?’
Eu tenho uma porção
De coisas grandes para conquistar
E eu não posso ficar aí parado”
(Ouro de Tolo – Raul Seixas)

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico assistido ao longo das últimas décadas vem influenciando a forma de vida em sociedade, reconfigurando as formas de relacionamento entre as pessoas, como também implicando em diversas alterações na vida laboral moderna. A fim de atender as demandas da sociedade atual, são esperadas mudanças significativas na prática profissional com reflexos diretos na educação e, conseqüentemente, na formação dos futuros trabalhadores em qualquer área de atuação. Dessa forma, várias são as propostas que visam modernizar a prática docente, estando esse trabalho a investigar como a integração entre a estratégia FlexQuest e a Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP podem contribuir na promoção de um ensino interdisciplinar. Para tal, buscaram-se entendimentos sobre as possibilidades de superação do ensino tradicional nas ciências e na engenharia, através: I) do uso dos pressupostos teóricos que nortearam a concepção da FlexQuest enquanto estratégia para a apreensão de conceitos, e II) da caracterização dos elementos essenciais das metodologias ativas de aprendizagem e, conseqüentemente, da ABP, favorecendo o emergir de uma inteligência coletiva. A pesquisa refere-se a um estudo de caso quali-quantitativo, onde desenvolveu-se uma proposta didático-metodológica que foi aplicada em uma turma da disciplina de Tópicos de Engenharia Elétrica, componente curricular do 1º período do curso de Engenharia Elétrica na UFRPE – UACSA, composta por 42 alunos. Os dados foram coletados dos projetos elaborados pelos alunos na Plataforma FlexQuest, e do questionário final de projeto respondido pelos estudantes, tendo as análises, para este último, realizadas à luz dos entendimentos da Análise de Conteúdo (Bardin, 2007), auxiliado pelo Software NVivo 11. Através da apreciação dos resultados, pode-se concluir que a integração entre a FlexQuest e a ABP pôde contribuir de maneira efetiva na promoção de um ensino interdisciplinar e da inteligência coletiva.

Palavras-chaves: Ensino das Ciências, Ensino em Engenharia, FlexQuest, Metodologias Ativas de Aprendizagem, Aprendizagem Baseada em Projetos, Interdisciplinaridade, Inteligência Coletiva.

ABSTRACT

The technological development visualized over the last decades has influenced the way of life in society, reconfiguring the forms of relationship between people, as well as implying in several changes in modern working life. In order to meet the demands of today's society, significant changes in professional practice are expected, with direct repercussions on education and, consequently, the training of future workers in any area of activity. In this way, several are the proposals that aim to modernize the teaching practice, being this work to investigate how the integration between the FlexQuest strategy and the Project Based Learning - PBL can contribute in the promotion of an interdisciplinary teaching. To this end, we sought to understand the possibilities of overcoming traditional teaching in the sciences and engineering through: I) the use of the theoretical assumptions that guided the conception of FlexQuest as a strategy for the apprehension of concepts, and II) the characterization of essential elements of the active learning methodologies and, consequently, of the PBL, favoring the emergence of a collective intelligence. The research refers to a qualitative-quantitative case study, where a didactic-methodological proposal was developed that was applied in a class of the subject of Electrical Engineering Topics, curricular component of the 1st period of the Electrical Engineering course at UFRPE - UACSA, composed of 42 students. The data were collected from the projects developed by the students in the FlexQuest Platform, and the final questionnaire of the project answered by the students, and the analysis of the survey carried out in the light of the Content Analysis understandings (Bardin, 2007), aided by *NVivo* 11 Software. from the evaluation of the results, it can be concluded that the integration between FlexQuest and PBL could contribute in an effective way in the promotion of interdisciplinary teaching and collective intelligence.

Keywords: Science Teaching, Engineering Teaching, FlexQuest, Active Learning Methodologies, Project-Based Learning, Interdisciplinarity, Collective Intelligence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo para a compreensão da engenharia.....	16
Figura 2 - Elementos essenciais para aprendizagem baseada em projetos.....	42
Figura 3 - Estrutura de Referência para o Ciclo de Vida do Projeto – Fases do Projeto	47
Figura 4 - Contraste entre as versões da Estratégia FlexQuest.....	60
Figura 5 - Layout atual das FlexQuests de 2ª Geração.....	67
Figura 6 - Tela inicial da Plataforma FlexQuest de 2ª Geração.....	68
Figura 7 - Fluxo de etapas da ABP.....	73
Figura 8 - Compatibilidade entre ABP - Modelo Dym et al. (2010) - e a FlexQuest.....	76
Figura 9 – Idade dos respondentes.....	80
Figura 10 – Gênero dos respondentes.....	80
Figura 11 - Exemplos de logotipos construídos pelos alunos.....	81
Figura 12: Template “Processos”	84
Figura 13 – Participação dos integrantes dos grupos nas decisões de projeto.....	85
Figura 14 – Dificuldades na elaboração do projeto FlexQuest	86
Figura 15: Árvore de palavras para “grupo”	89
Figura 16: Árvore de palavras para “casos” e “minicase”	90
Figura 17: Árvore de palavras para “Plataforma”.....	91
Figura 18: Árvore de palavras para “FlexQuest”	92
Figura 19: Nuvem de palavras	93
Figura 20: Gráfico de hierarquias	94
Figura 21 – Relação dos nós por similaridade de codificação	96
Figura 22: Projeto Finalizado – Grupo GreenLab	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Característica e duração das fases do projeto.....	48
Quadro 2 - Menu de funções das FlexQuests Item do menu Funcionalidade.....	68
Quadro 3 - Contraste entre Estratégia e Plataforma FlexQuest.....	69
Quadro 4 - Declaração do Problema.....	75
Quadro 5 - Respostas dos alunos para as categorias estabelecidas.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Investigação sobre interdisciplinaridade na Revista Brasileira do Ensino de Engenharia entre 2013 e 2017.....	64
Tabela 2 - Construção de Casos e Minicase de um dos grupos.....	83
Tabela 2 - Itens da Escala Likert.....	87
Tabela 4 - <i>Ranking</i> das palavras mais utilizadas nas respostas dos questionários.....	92

LISTA DE SIGLAS

ABENGE - Associação Brasileira para o Ensino de Engenharia

ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas

ABP - Aprendizagem Baseada em Projeto

BIE - Buck Institute for Education

BYOD - Bring Your Own Device

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CHESF - Companhia Hidroelétrica do São Francisco

CNE - Conselho Nacional de Educação

COBENGE - Congresso Brasileiro do Ensino de Engenharia

CTS - Ciência, Tecnologia E Sociedade

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S/A

PMBOK - Project Management Body of Knowledge

PMI - Project Management Institute

QSR - Qualitative Solutions Research Nvivo

SD - Sequência Didática

TFC - Teoria da Flexibilidade Cognitiva

TIC - Tecnologia De Informação E Comunicação

UACSA - Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho

UFC – Universidade Federal do Ceará

UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

UMINHO - Universidade Do Minho

UNESCO - United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

USA – United States of America

WEF - Fórum Econômico Mundial

SUMÁRIO

<i>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</i>	16
<i>CAPÍTULO 2 – EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: DO PREPONDERANTE ÀS POSSIBILIDADES</i> ..22	
2.1. <i>Antecedentes históricos e orientação filosófica</i>	22
2.2. <i>Docência em cursos de engenharia: a aula, o currículo e a formação docente</i>	24
2.2.2 <i>A formação docente</i>	28
2.2.3 <i>A aula nos cursos de engenharia</i>	28
2.3. <i>Possibilidades no Ensino da Engenharia</i>	30
2.3.1. <i>Interdisciplinaridade e Engenharia: há enlaces?</i>	33
<i>CAPÍTULO 3 – APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS – ABP</i>	37
3.1. <i>Sobre Metodologias Ativas de Aprendizagem</i>	37
3.2. <i>Elementos essenciais para uma Aprendizagem Baseada em Projetos</i>	42
3.3. <i>Aplicações da ABP: concepções e alguns modelos</i>	46
3.4. <i>Pesquisas em Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino das ciências e da engenharia</i>	50
<i>CAPÍTULO 4 – TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)</i>	54
4.1. <i>Estratégia FlexQuest</i>	59
4.1.1 <i>Atualidades sobre Flexibilidade Cognitiva</i>	62
4.1.2 <i>Interdisciplinaridade</i>	64
4.1.3 <i>Sobre Processos de Questionamento</i>	66
4.2. <i>Plataforma FlexQuest</i>	67
<i>CAPÍTULO 5 – METODOLOGIA</i>	72
5.1. <i>Tipo e natureza da pesquisa</i>	72
5.2. <i>Amostragem</i>	74
5.3. <i>Técnica de coleta dos dados</i>	74
5.5. <i>Análise dos dados</i>	78
<i>CAPÍTULO 6 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</i>	82
6.1. <i>Sobre a elaboração dos projetos na Plataforma FlexQuest</i>	83
6.2 <i>Análise das questões fechadas do questionário</i>	92
6.3 <i>Análises com auxílio do NVivo 11 para as questões abertas do inquérito</i>	97
<i>CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	106
<i>REFERÊNCIAS</i>	109
<i>APÊNDICE – QUESTIONÁRIO FINAL DE PROJETO</i>	121

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações da humanidade, ao longo dos tempos, recai sobre a necessidade de melhorar a qualidade de vida, de acordo com os recursos econômicos, tecnológicos e intelectuais, seguindo às demandas da atualidade. Para tal, os indivíduos recriam a natureza para atender essas expectativas, construindo e aperfeiçoando, dia após dia, equipamentos que visem atenuar seus esforços, proteger-se das intempéries, livrarem-se de pragas, conservar alimentos, produzir energia, entre tantas outras funcionalidades. E uma das profissões que colaboram na materialização desses anseios é a engenharia.

Do modo de vida primitivo até a modernidade, a engenharia passou por transformações e ressignificações, influenciada principalmente pelas mudanças na forma e finalidade daquilo que produzimos. É a partir desse entendimento que se faz importante apresentar quais as visões sobre o engenheiro e engenheira nos dias atuais. Em 2010, a United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) divulgou um relatório global sobre engenharia e desenvolvimento, definindo a atividade profissional como sendo:

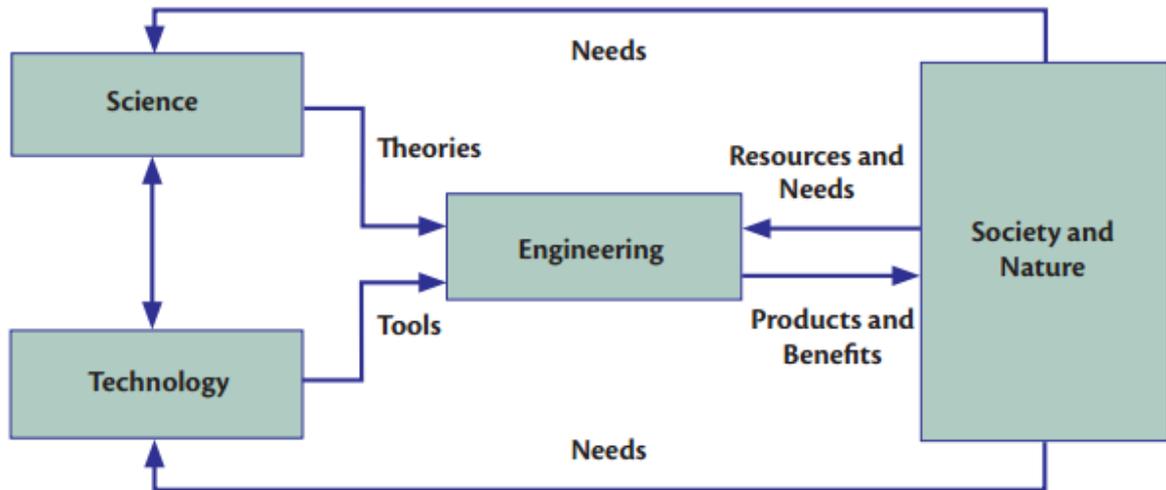
“O campo ou disciplina, prática, profissão e arte¹ que diz respeito ao desenvolvimento, aquisição e aplicação de conhecimento técnico, científico e matemático sobre a compreensão, concepção, desenvolvimento, invenção, inovação e utilização de materiais, máquinas, estruturas, sistemas e processos para fins específicos (UNESCO, 2010, p. 24, tradução nossa) ”.

Essa definição para a engenharia implica, inicialmente, no envolvimento próprio desta com o conhecimento científico e tecnológico. Entretanto, no mesmo documento da UNESCO (2010), percebe-se ainda um aprofundamento do conceito ao relacionar a profissão com a sociedade, no que diz respeito às necessidades de seu tempo e suas consequências sociais, econômicas, políticas e ambientais. É importante destacar que as diversas visões sobre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente irão, por muito, influenciar as atividades profissionais, o que não se apresentará diferente na engenharia e no engenheiro.

Através de um diagrama (Figura 1), linguagem comum da engenharia, pode-se visualizar um fluxo conceitual de como as demandas da sociedade e do meio ambiente requisitam a engenharia uma mobilização de conhecimentos científicos e ferramentas tecnológicas no intuito de elaborar soluções na forma de produtos e/ou benefícios.

¹ Apesar de não ser a finalidade deste projeto discutir a relação entre arte e engenharia, Gilberto Freyre, em seu livro *Homens, engenharias e rumos sociais* (1987) também a constata, trazendo a engenharia como “aquela arte-ciência que desenvolve a aplicação de conhecimentos, quer científicos quer empíricos ou intuitivos, à criação e ao aperfeiçoamento de estruturas sociais; ou de formas de convivência social: inclusive política ou econômica.

Figura 1: Fluxo para a compreensão da engenharia



Fonte: UNESCO, 2010, p. 25

De acordo com o diagrama anteriormente apresentado, ficam explícitas as relações entre a ciência e a tecnologia na formulação de teorias e ferramentas que dotem a engenharia de conhecimentos. Esse conjunto de informação será mobilizado para que as demandas da sociedade e da natureza, sejam elas expressas na forma de necessidades ou de aperfeiçoamento tecnológico, sejam atendidas, em seu tempo histórico, e na forma de produtos e benefícios.

Todo o exposto contribuiu para evidenciar como a engenharia pode ser associada à ciência, à tecnologia, à sociedade e ao meio ambiente, visando, assim, a resolução de problemas. Esse enlace se faz presente de forma institucional na medida em que são consultadas as diretrizes curriculares para os cursos de engenharia. A identidade do profissional engenheiro é construída durante sua formação justamente através da forma como essas concepções são desenvolvidas em sala de aula.

No entanto, ao analisar o progresso histórico do ensino em engenharia, pode-se encontrar diversos obstáculos. É possível observar que os conhecimentos hoje já consolidados, em pedagogia e didática, ainda se encontram distantes do cotidiano de formações de engenheiros pelo Brasil. Nas escolas de engenharia brasileiras, resiste o método tradicional de ensino, de cunho positivista.

Neste modelo, os alunos são sujeitos passivos, no que diz respeito à construção dos seus conhecimentos. Os conteúdos são trabalhados à margem de uma contextualização e interdisciplinaridade, ignorando-se os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos assuntos abordados, mantendo-os distantes de todas as possibilidades que a tecnologia proporciona para a educação.

Para além da inclusão do contexto nas salas de aula, ou seja, dos movimentos atuais da sociedade e seus entrelaces políticos, econômicos, sociais, tecnológicos e ambientais, os cursos de engenharia enfrentam o desafio de suplantar o viés positivista ao qual estão imersos desde a criação das primeiras escolas do país (estas remetem-se ao final do século XVII, estando sob os cuidados da instrução militar), trazendo-os para o paradigma onde os conhecimentos científicos e tecnológicos sejam utilizados para a solução de problemas das sociedades.

De forma parecida com o que se procede para o ensino da engenharia, é comum observarmos nas aulas de ciências, nos ensinamentos fundamental e médio, uma prática docente que ainda privilegia a transmissão desse conhecimento, ou seja, a memorização de definições, fórmulas e prescrições de comportamento sob a alegação deste ser um conhecimento objetivo, isento de aspectos históricos, culturais e sociais, meramente empírico, verdadeiro e inquestionável (BRASIL, 1997).

Visando atualizar a prática docente em ensino de engenharia, uma das propostas sugeridas no relatório da UNESCO (2010), visa explorar uma formação para o engenheiro que seja voltada para a solução de problemas, onde descreve uma postura didático-pedagógica em que se promova uma Aprendizagem Baseada em Projeto - ABP (tradução para Project Based Learning ou Projec-Led Education).

A pedagogia de projetos advém dos estudos do filósofo e pedagogo estadunidense John Dewey (1859–1952), teórico precursor do movimento Escola Nova². As reformas no ensino sugeriram que os estudantes pudessem construir aquilo que estudavam, estimulando a capacidade motora e promovendo o aprendizado dos conteúdos científicos como consequência das questões levantadas na elaboração do projeto. Dewey também enfatiza a necessidade de um produto como trabalho final da atividade, característica presente até hoje nos entendimentos sobre ABP.

A partir do momento em que decidimos investigar aplicações de sequências didáticas onde se busca uma aprendizagem por projetos, nossas inquietações apontam para algumas indagações. A primeira, diz respeito às opções teóricas e metodológicas oferecidas pela academia que configurem uma nova abordagem para o ensino das ciências, especificamente relacionadas a assuntos de complexidade mais elevada; e a segunda nos remete à utilização de ferramentas de tecnologia de informação e comunicação (TIC) para o ensino em questão. Em

² O movimento Escola Nova eclodiu nos EUA, em meados do Século XIX, em contraposição ao que se denominava como Escola Tradicional. Dewey acreditava que a escola não preparava para a vida, e sim seria a própria vida, propondo então a construção do conhecimento através do interesse e das experiências do indivíduo.

meio a esses questionamentos, deparamo-nos ainda com a necessidade de incutir essas referências em um ambiente interdisciplinar.

Uma vez que os projetos foram desenvolvidos através da utilização de conteúdos disponíveis na internet, seja ele um vídeo, uma figura, um texto ou um simulador, serão utilizados os estudos desenvolvidos por Pierre Levy, inicialmente propostos no livro “A Inteligência Coletiva: por uma antropologia do ciberespaço (1994)” e, posteriormente, debatido em vários outros estudos de diversos autores.

Trata-se do conceito de inteligência coletiva, que pode nos ser útil para verificar como se dão os trabalhos em grupo e quais os conhecimentos apreendidos pelos estudantes a partir de uma experiência em equipe.

Para dar conta da estruturação de conhecimentos complexos, de nível avançado e em ambientes pouco estruturados, buscamos entendimentos sobre a Teoria da Flexibilidade Cognitiva – TFC. De cunho construtivista, a teoria visa “alcançar uma compreensão profunda do assunto para se poder aplicar esse conhecimento flexivelmente em diferentes contextos” (CARVALHO, 1998, p. 144), estando esses entendimentos em consonância com o que se deseja para o ensino da engenharia.

Calcados nos pressupostos da TFC e nas possibilidades decorrentes do uso de webquests³ em salas de aula, Leão e colaboradores propuseram uma estratégia que intermediasse a montagem e o andamento das situações didáticas com a finalidade de construção desses conhecimentos de nível avançado, consolidada em uma plataforma WEB 2.0: as FlexQuest.

A Aprendizagem Baseada em Projetos vem sendo utilizada enquanto proposta de ensino pelo autor deste trabalho, haja vista exercer à docência nos cursos de Engenharia Elétrica e Eletrônica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE durante os últimos três anos. Suas investigações já tiveram como fruto a publicação de artigos e a criação de um Núcleo de Aprendizagem Ativa na sua unidade de atuação profissional, localizada no município do Cabo de Santo Agostinho.

Apesar de sua prática cotidiana ser sempre mediada por diversas leituras (e que serão apresentadas no tópico destinado a discussão da ABP), várias indagações foram formuladas ao longo da experiência. Inicialmente, essas questões baseavam-se na busca pela legitimidade da

³ “A WebQuest is an inquiry-oriented lesson format in which most or all the information that learners work with comes from the web”. In: <http://webquest.org/>. Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

proposta por si trabalhada, validada a cada confronto entre suas observações na sala de aula e os apontamentos já consolidados na literatura. Pôde-se concluir que esse ambiente de aprendizado estimula diálogos entre os diversos campos de conhecimento, dentro e fora da engenharia, fazendo com que essas discussões estejam refletidas nas soluções teóricas e tecnológicas que dizem respeito à confecção do produto.

No entanto, persistem inquietações sobre a apreensão de conceitos trabalhados durante a execução dos projetos e se há um entendimento coletivo da problemática proposta. Face ao exposto, cabe-nos agora reunir argumentos para responder a seguinte questão de investigação: A utilização da estratégia FlexQuest articulada à Aprendizagem Baseada em Projetos contribui para a promoção de um ensino interdisciplinar, estimulando o surgimento de uma Inteligência Coletiva?

Dessa forma, apresentamos uma investigação que vise identificar potencialidades em uma dinâmica, onde haja a interação entre a construção de um produto real, em seu contexto, subsidiado por uma plataforma capaz de nortear a compreensão de conceitos complexos, tendo como objetivos as sentenças apresentadas a seguir:

Objetivo Geral

Analisar as contribuições da plataforma FlexQuest em uma experiência com foco na aprendizagem ativa por meio da construção de uma proposta didático-pedagógica, com viés interdisciplinar e pautado na Aprendizagem Baseada em Projetos.

Objetivos específicos

- Avaliar a efetividade da Aprendizagem Baseada em Projetos enquanto proposta de ensino interdisciplinar a partir das ponderações dos estudantes;
- Averiguar os indícios de mobilização da inteligência coletiva entre os discentes participantes da pesquisa;
- Analisar como os estudantes avaliam a usabilidade e as contribuições da plataforma FlexQuest para a montagem dos projetos.

Os três próximos capítulos desta dissertação estarão dedicados a debater nossos referenciais teóricos, que são o ensino em engenharia, a Aprendizagem Baseada em Projetos e os componentes teóricos e metodológicos das FlexQuest. Para o ensino da engenharia, discutiremos os aportes que nortearam a prática docente a partir de um resgate histórico,

culminando em seus entendimentos mais atuais, propositores de uma engenharia mais humanizada e interdisciplinar.

Para o capítulo destinado à discussão da ABP, serão levantadas as características principais da proposta didático-pedagógica em questão a partir de entendimentos sobre metodologias ativas em educação. Nosso último tópico teórico será reservado ao debate sobre o uso das TIC para o processo educativo em ambiente Web 2.0, tendo a FlexQuest enquanto estratégia didática para a apreensão de conceitos e facilitadora de manifestações da inteligência coletiva.

Os capítulos que sucedem os referenciais teóricos de pesquisa tratarão de apresentar aspectos metodológicos e a discussão dos resultados. Na Metodologia, serão descritos os detalhes da aplicação da sequência didática, no que diz respeito às situações e aos agentes executores das atividades, como também descreveremos a forma em que os dados serão tratados e analisados. Em seguida, serão realizadas as análises, tendo como proposta situar os dados em seu contexto.

É válido ressaltar que, visando elucidar alguns desses pontos, fora buscado no Banco de Teses e Dissertações da Capes, com o horizonte de 2006 a 2016, trabalhos que pudessem contribuir com os temas propostos. Porém, não foi encontrado nenhum trabalho que fizesse a relação entre a FlexQuest e a Abordagem Baseada em Projetos.

Esse fato, por si só, aponta para uma possível relevância do estudo em questão, no que diz respeito às contribuições para a área da Educação em Ciências. De outra parte, pode-se dimensionar as dificuldades decorrentes dessa exclusividade, haja vista não haver parâmetros para possíveis comparações.

Sabedores dos desafios contidos neste trabalho, convidamos o leitor a uma exploração minuciosa deste material. Boa leitura a todos.

CAPÍTULO 2 – EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: DO PREPONDERANTE ÀS POSSIBILIDADES

2.1. Antecedentes históricos e orientação filosófica

Haja vista que o tema central deste trabalho é fazer uma minuciosa análise de novas propostas para o ensino da engenharia, precisa-se, *a priori*, apresentar a forma como a educação em engenharia ainda vem sendo desempenhada, de modo hegemônico, nas universidades brasileiras, a partir da construção histórica de sua estruturação e as conseqüentes escolhas para a orientação filosófica adotada.

Segundo Ribeiro (2007), o ensino das engenharias é influenciado por diversos fatores, tendo como condicionante natural aquele que advém do modelo de organização fabril da atualidade. De outra parte, há, também, a interferência de elementos que estão ligados a própria cultura organizacional das universidades brasileiras, como a ocupação de cargos na rígida estrutura funcional das instituições de ensino superior, que, por conseqüência, dissemina uma cultura avessa a mudanças.

Neste contexto, o *modus operandi* das atividades docentes em cursos de engenharia parecem ainda remontar os tempos aos quais as primeiras escolas dessa profissão foram fundadas, a partir das necessidades quase sempre militares, há pouco mais de 200 anos atrás, seja no Brasil ou no mundo. A criação da primeira escola de engenharia brasileira deu-se no ano de 1792, chamada Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, sediada no Rio de Janeiro (INEP/CONFEA, 2010).

No que diz respeito à construção dos aspectos didáticos e pedagógicos do fazer docente nos cursos de engenharia no Brasil, observa-se que entre o final do século XVIII e o início do século XIX houve uma movimentação do governo brasileiro em importar o modelo francês de escolas de engenharia. Concomitantemente, constata-se que o marco filosófico norteador das atividades docentes do país incorporaram as ideias positivistas elaboradas pelo filósofo e sociólogo francês Auguste Comte.

O positivismo tem como princípio o método indutivo para a observação dos fatos e suas possíveis correlações. Neste, a humanidade haverá de evoluir, a partir de um início calcado na religiosidade, passando por um estágio metafísico e culminando na “compreensão positiva da realidade (LODER, 2012, p. 31). Vem de Comte, também, uma tentativa de compreender a

ciência de forma hierárquica, concebendo o que vem a ser um “sistema de filosofia positiva” (MARTINI, 2006, p. 80), sendo a Física a primeira ciência atingir o estágio positivo, e sua forma estruturada de conhecimentos o modelo para a compreensão das demais ciências.

Vale ressaltar que Comte foi um estudante da Escola Politécnica de Paris entre os anos de 1814 e 1817, a qual fora considerada, pelo próprio Comte, a primeira comunidade verdadeiramente científica. Segundo ele, existiria uma classe de engenheiros, distinta das classes dos cientistas e da classe dos industriais, definindo-a como “uma corporação distinta que serve como intermediadora nas relações entre os cientistas e os industriais com a finalidade de realizar obras e artefatos” (MARTINI, 2009, p. 33).

Compreender como a engenharia brasileira absorveu o positivismo como princípio filosófico norteador, confunde-se com a forma como o povo brasileiro incorporou o positivismo a sua cultura. Conforme dito anteriormente, o modelo francês de ensino, de forte orientação Comteana, fora consolidado nas primeiras escolas de engenharia brasileiras: conseqüentemente, os professores, engenheiros, exerciam suas atividades de trabalho sob os pressupostos positivistas, sejam em salas de aula ou nos espaços de administração pública onde, sistematicamente, eram convidados a ocupar cargos.

Com o aumento do papel da ciência nas sociedades, a ênfase no método científico e na modelagem matemática também ganhou força. Em um primeiro momento, que vem do surgimento das escolas de engenharia até a primeira metade do século XX, muito se instruiu para que os engenheiros fossem formados para a realização das atividades de cunho tecnológicos requeridas nos mercados daquele momento histórico.

A partir da segunda metade do século XX, e mais precisamente o lançamento do satélite Sputnik pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), houve um rearranjo no fazer docente dos cursos de engenharia. O povo estadunidense fora fortemente atingido em seu brio patriótico, pois o sentimento da população era que o país havia perdido a “vanguarda científica” e tecnológica para os comunistas, em plena Guerra Fria.

Haja vista a influência dos Estados Unidos da América na produção de tecnologia ao redor do mundo e uma grande comoção nacional, nesse país, para a retomada da dianteira tecnológica mundial, o processo de produção viu-se na obrigação de responder a altura tamanha humilhação, orientando o ensino em engenharia o mergulho no método das ciências, o que veio a inaugurar uma nova fase da estruturação do conhecimento nesta área de atuação - nascia a engenharia científica, fase que perdura até os dias atuais (TRYGGVASON; APELIAN, 2006).

No Brasil, o ensino de engenharia deveria ter acompanhado o processo econômico e incorporado, nas suas matrizes e apontamentos, uma formação voltada às necessidades de um mercado cada vez mais neoliberal, principalmente após o advento das privatizações em grande parte das empresas estatais, ocorridas durante os dois mandatos do então presidente Fernando Henrique Cardoso (1995 – 2002).

2.2. Docência em cursos de engenharia: a aula, o currículo e a formação docente

Os próximos parágrafos debruçar-se-ão em compreender aspectos marcantes do cotidiano profissional dos professores em engenharia, que são a aula, o currículo e a docência, tendo como referência os estudos de Ribeiro (2007). Outrossim, faz-se cogente apontar as influências do positivismo para com os entendimentos de ciência que são praticados nas escolas de engenharia do Brasil.

Ao admitir que existe um único método científico que possa levar um entendimento a sua faceta positivista, e que esta é comum a quaisquer ciências, houve a construção de uma visão única do conhecimento científico, e que essa forma de enxergar os conteúdos fora repassada ao longo do tempo sem que houvessem grandes modificações. A rigidez com a qual se apregoa o método também fez suscitar diversas distorções nas visões da ciência e da tecnologia, debate que será feito a partir de então, baseado nos estudos Cachapuz et al. (2011).

Um primeiro entendimento deformado é aquele que agrega à atividade científica um caráter elitista, o que fora totalmente assimilada pelos engenheiros, dada a sua aptidão com as “dificuldades” da física e/ou matemática com também ao papel do profissional engenheiro na sociedade. De forma corriqueira, pode-se ouvir entre os corredores e salas de aulas que a engenharia é “para poucos” ou “para quem tem o perfil”, não considerando a tecnologia como uma atividade humana igual qualquer outra, e que a construção do conhecimento se dá a partir de muita dedicação daqueles que se propõem a estudar os diversos temas.

Em Cachapuz et al (2011) é desenvolvido um debate sobre a descontextualização da ciência, que aqui fora estendida a uma visão deformada que impetra falta de contexto ao estudo da engenharia. Dada a preocupação do positivismo com o método, e conseqüentemente com as observações, pouco se dá atenção aos interesses de terceiros nessas averiguações, seja na busca de uma solução para problemas atuais da sociedade ou em relação ao juízo dos impactos

ambientais causados pela ação escolhida. Há ainda algumas outras distorções na visão das ciências, mas que serão exploradas nesse trabalho em momentos posteriores.

Essa forma de enxergar a ciência e, por conseguinte, a engenharia, embasa os entendimentos de como se prepara e se realizam as aulas nos cursos de engenharia, como também a elaboração dos currículos e sua respectiva formação docente.

a) O currículo para a formação do engenheiro

A formação de engenheiros e engenheiras no Brasil caminhou, ao longo de sua história, com as diferentes vocações econômicas vividas pelo país, influenciando a construção das propostas pedagógicas dos cursos pelo território nacional. O primeiro momento rememora a época em que a economia brasileira existia basicamente por meio da agricultura e, com isso, as atividades de construção e/ou melhoramento de processos estavam contidas somente na instrução militar. Cabe destacar que “os primeiros cursos de Engenharia tiveram origem militar e se dedicavam especialmente à infraestrutura urbana, à mineração e à energia” (OLIVEIRA et al., 2012, p. 10).

Após a criação formal das escolas de engenharia no país, a utilização de conhecimento técnico se restringia à concepção, projeto, planejamento e execução de obras públicas, onde é perceptível observar uma formação na qual o engenheiro seria empregado nas esferas administrativas do estado, ficando responsável ora pela fiscalização das obras, ora apegado à burocracia.

Nessa direção, os estudos de Gusso e Araújo (2011) já apontavam que no passado existia um grande processo de deslocamento de engenheiros, pois estes assumiam ocupações não específicas atreladas à engenharia. Face a formação ser direcionada as elites que viriam, posteriormente, a ocupar postos de trabalho no estado, a formação em engenharia se fazia de forma generalista, contendo também um aporte teórico para a intelectualidade.

A partir de 1930, o governo brasileiro trabalhou para industrializar o país como também fomentar grandes construções, haja vista a grande defasagem tecnológica e estrutural do Brasil em relação aos países desenvolvidos. Apesar de ainda ocuparem cargos na esfera estatal, os engenheiros foram deslocados para a área técnica, e a formação do engenheiro passa de um viés estritamente teórico para uma formação que mescla a teoria com a prática.

O modelo de ensino de engenharia desloca-se do francês para o estadunidense - referência nas engenharias de cunho “industrial” - migrando para um modelo que ganhava força nos Estados Unidos, denominado pragmatismo. Deste modo, ao repensar as áreas de atuação

desses profissionais, uma nova forma de organização do currículo e das disciplinas também fora implementada, o que ocasionou numa nova duração para os cursos de engenharia aos moldes do que temos hoje (05 anos), haja vista a formação de profissionais que viessem a atuar diretamente em setores como o rodoviário, urbanístico, hidrelétrico e o de recursos minerais.

Outro aspecto importante desse momento histórico do ensino da engenharia diz respeito à preocupação dos professores com a formação ética e cidadã do engenheiro, haja vista a posição destacada que a atuação profissional lhes proporcionava: “especialmente em relação ao operário, para saber mandar” (KAWAMURA, 1981, p. 69). As escolas direcionaram esforços no sentido de ofertar aos engenheiros entendimentos sobre administração, calcadas nos pressupostos desenvolvidos por Ford e Taylor, visando dar-lhes subsídios para a compreensão do momento social, político e econômico pelo qual atravessava o país.

Até 1950, o Brasil possuía apenas 16 escolas de engenharia, espalhadas em apenas 8 estados da federação (BRASIL, 2010). Encontramos nos estudos de Laudares e Ribeiro (2000) que no “contexto do pós-guerra, a planificação da educação e a formação profissional ganharam uma adesão cada vez mais forte, seguindo as premissas da teoria do capital humano de que a instituição universitária viabilizaria o acesso aos empregos” (p. 493).

Com a chegada de Juscelino Kubitschek, e uma nova propulsão a industrialização do país, é que novas escolas foram criadas, muito graças ao incentivo do governo às instituições privadas de ensino, sendo assim necessária uma transição do modelo misto (de cunho técnico e intelectualizado) para o modelo especializado.

A formação do engenheiro, nessa época, trouxe novos desafios: preparar o profissional para a atuação nas grandes obras (a citar, como exemplo, CHESF e a Petrobras), como também atender a demanda cada vez maior por engenheiros advindo do setor privado. As escolas de engenharia da época adotam, então, um modelo de ensino estritamente tecnicista/especialista, formando-o mais precisamente para a realização das tarefas oriundas de sua atividade profissional.

O quadro perdura até pouco depois da redemocratização do país: o estado brasileiro assume, em sua parcela econômica, a face neoliberal, admitindo o Estado como o mínimo e operacionalizando, então, o enxugamento da máquina pública através das privatizações. Como consequência, a profissão engenharia, enfim, se desliga em definitivo das funções do Estado, sendo aproveitado apenas para funções específicas em agências de regulação ou algumas empresas estatais de energia.

Visando nortear a construção dos currículos em engenharia dos dias atuais, o Conselho Nacional de Educação (CNE) promulga, no ano de 2002, uma resolução instituindo as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, trazendo uma visão mais humanista da profissão, apresentando em Artigo 3º um perfil para os cursos onde seja estimulada uma formação

generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (p.1).

Nessa resolução, estipula-se o mínimo de carga horária a ser destinada a cada uma dessas áreas. Assim, fora apontado que os conteúdos seriam divididos em três eixos: o básico, entendido como conhecimentos fundamentais para a formação do engenheiro, correspondendo a pelo menos 30% da carga horária total do curso, seguido dos eixos profissionalizantes e específicos.

O eixo profissionalizante de conteúdos curriculares é admitido como sendo uma inserção aos temas mais particulares da área de atuação profissional, correspondendo a 15% da carga horária. Por fim, o eixo específico, compreendido como um aprofundamento dos conteúdos do eixo profissionalizante, para o qual se destina o restante da carga horária para os cursos de engenharia, que totalizam três mil e seiscentas horas.

Conforme foi dito anteriormente, ainda vivemos em épocas onde a engenharia é assumida por sua face mais positivista. Isso implica em uma visão de ciência que acredita no progresso do conhecimento, partindo de etapas mais simplistas às etapas mais complexas, levando a disposição das disciplinas em uma grade curricular organizada de forma acumulativa e linear.

O reflexo desse pensamento permeia os currículos dos dias atuais, pois os componentes curriculares (as disciplinas) são estudados à exaustão, praticamente retirados de seu contexto sociocultural, desenvolvidos com uma ênfase mais tecnicista em detrimento da compreensão dos fenômenos.

Dado que há, no universo acadêmico das universidades, uma certa acomodação (ou aversão) a mudanças, por diversos fatores já mencionados anteriormente, não há mobilidade na montagem das grades ou formação das disciplinas. Com isso, os conteúdos ministrados tornam-se obsoletos à medida que não acompanham as transformações tecnológicas. É fato normal encontrar disciplinas onde seus conteúdos já não estão mais sendo discutidos pela sociedade.

2.2.2 A formação docente

Concordamos com Loder (2012) quando ela pontua que há “um descompasso entre o preparo pedagógico e o preparo técnico específico no campo da engenharia dos engenheiros-professores” (p. 36).

Faz-se necessário, então, analisarmos alguns aspectos a partir da constatação da existência do engenheiro-professor⁴, mais precisamente em disciplinas do eixo profissionalizante, relatando as influências do positivismo em sua percepção didática no momento da exposição dos conteúdos, como também compreender o cotidiano escolar dos cursos de engenharia e a forma como vem sendo construída a práxis desse engenheiro professor.

A formação do engenheiro para atuação como professor foi discutida por Masetto (2001), conforme citado por Buonicontro (2001), onde relata que a área da engenharia dá pouca importância a sua formação docente, no que diz respeito aos aspectos didáticos e pedagógicos. Esse fato implica em uma reprodução da prática docente enquanto transmissora dos conhecimentos, afastando uma perspectiva crítica, reflexiva e atuante, aptidões necessárias para os engenheiros nos tempos atuais.

O papel do professor, nesse caso, abusa, muitas vezes, de discursos de autoridade, seja disciplinar ou de saber, contribuindo para que os estudantes se tornem atores passivos na aquisição do conhecimento. Molisani (2016) compreende que as dificuldades docentes na conscientização para uma nova forma de se fazer essa modalidade de ensino é atenuada pelo fato do professor-engenheiro ser avaliado por sua produção acadêmica na pesquisa.

Ressalta também que os professores em engenharia talvez nem conheçam outra “forma de agir” na sua atividade docente, acabando por perpetuar o ensino de forma tradicional e, sobretudo, deixando-o inócuo em relação às possibilidades de diversificação sobre as práticas pedagógicas. Apesar do esforço de muitos professores que se põem a pesquisar novas propostas para o ensino de engenharia, percebe-se a resistência, onde a extensa maioria dos docentes de engenharia relutam para rever suas práticas pedagógicas aplicadas em seu cotidiano acadêmico.

2.2.3 A aula nos cursos de engenharia

⁴ “os professores que atuam no núcleo profissionalizante são chamados engenheiros-professores, pois possuem o título de engenheiro, mas não possuem formação de professores o que, muitas vezes, contribui para que os mesmos apresentem dificuldades em desenvolver sua prática pedagógica” (BUONICONTRO, 2001, p. 02).

No que diz respeito às aulas, a forma tradicional de ensino é a preponderante nas escolas de engenharia, fundamentada “principalmente na transmissão de conhecimento pelo professor e recepção passiva da parte dos alunos” (RIBEIRO, 2007, p. 43). Constatase, de modo recorrente, que os ensinamentos de disciplinas, atreladas à área da matemática, são muitas vezes trabalhados em sala de aula por meio da transmissão do conhecimento, de forma descontextualizada e memorística.

Castro (2015) analisa a prática docente em engenharia a partir da falta de uma formação didático-pedagógica apropriada para esses cursos, e a conseqüente mudança metodológica nas aulas, donde vem a admitir que, de maneira hegemônica, “prevalece a ideia de que para ser professor, basta conhecer determinado conteúdo, ou ser um bom pesquisador ou saber utilizar os recursos tecnológicos atuais” (p.17).

Uma situação interessante que fora abordada pelo professor Ribeiro (2007) diz respeito à forma como os problemas são propostos. Visando contextualizar uma abordagem de forma convencional, ele questiona os objetivos da aprendizagem, explicitando um questionamento corriqueiro onde se demanda “que os alunos aprendam a construir uma estrada, enquanto que na vida real o principal problema dos engenheiros civis é decidir qual estrada construir” (p. 46).

Faz-se necessário, também, descrever como acontecem a maioria das experiências em laboratórios dos cursos de engenharia, sejam estes utilizados em disciplinas de Física ou nas disciplinas do “eixo profissionalizante” do curso. É válido ressaltar que os experimentos apresentam montagens já pré-elaboradas para que se faça apenas a observação e aferição a partir de manuseios simples, o que faz escapar todo o sentido do trabalho experimental, denotando uma visão empírico-indutivista e a-teórica da ciência (CACHAPUZ et al. 2011).

Todo esse contexto das aulas em cursos de engenharia acaba por afastar novos estudantes, seja pelas dificuldades encontradas em aprender matemática e física já no ensino médio, como também pela excessiva quantidade de reprovações nas disciplinas consideradas básicas. Para Furtado (2013), a situação ainda é acentuada, haja vista a utilização de “métodos de ensino ultrapassados, ao fato de parte do corpo docente apresentar uma metodologia e didática pouco apropriadas, inexistindo contextualização efetiva entre teoria e prática motivadoras aos estudantes” (p. 4).

Podemos então concluir que há, nas escolas de engenharia, uma formação voltada para a prática exaustiva de aplicação de exercícios nas disciplinas de Física e Matemática, sendo este o modelo mais utilizado na explanação dos conteúdos do eixo profissional, o qual segue velhas

práticas: aulas expositivas com forte ênfase no papel do professor na condução dos conteúdos por meio de aulas bem organizadas, visando alcançar resultados pré-definidos, destinadas a uma plateia de alunos passivos, onde até mesmo o uso das tecnologias mais sofisticadas (para além da lousa e marcador) se submetem a abordagem tradicional do ensino.

2.3. Possibilidades no Ensino da Engenharia

Fazer com que os novos engenheiros cheguem ao mercado de trabalho com uma formação mais próxima com a requisitada, nos dias atuais (ou seja, crítica, reflexiva, atenta aos problemas do seu tempo histórico e mediando suas decisões pelas dimensões econômicas, tecnológicas, sociais, política e ambientais), perpassa pela atualização de currículos e práticas pedagógicas utilizadas nas escolas de engenharia.

Para Buonicentro (2001), essas alterações somente serão significativas caso a ação docente seja colocada em evidência, seja na avaliação dos processos de ensino e aprendizagem ou numa aproximação ao que se deseja para o engenheiro na atualidade. Para resumir nossos entendimentos sobre as influências do positivismo na formação dos engenheiros, concordamos com Franco (2012) ao afirmar que “não decorre que a exposição é em si ruim; decorre sim, que o ensino baseado em aulas expositivas não é suficiente (p. 21)”.

Visando encontrar um percurso seguro para o fomento do ensino de engenharia, muito se tem produzido nas academias do país. Existem, então, tentativas de aproximar os entendimentos em educação científica e tecnológica dos dias atuais para dentro das escolas de engenharia. Em recentes pesquisas nos anais do Congresso Brasileiro do Ensino de Engenharia (COBENGE), promovido pela Associação Brasileira para o Ensino de Engenharia (ABENGE), pudemos constatar a preocupação dos docentes e pesquisadores em geral com os rumos que o ensino de engenharia vem tomando nos cursos superiores.

É consenso que a engenharia dos tempos atuais precisa atender, ao mesmo tempo, às necessidades do mercado e as demandas contemporâneas, salvaguardadas, às discussões éticas, políticas, econômicas e ambiental do agora. No entanto, o debate sobre as consequências na sociedade devido às ações da engenharia só se fará presente caso as escolas de engenharia repensem as práticas pedagógicas inseridas nesses cursos.

Uma nova proposta basear-se-á em migrar de uma ciência estática e pura para algo dinâmico e interligado com as necessidades de seu tempo, considerando a ciência como algo

intrínseco à atividade humana. O desafio consiste em aproximar essa nova compreensão às escolas, mudando concepções sobre os entendimentos educacionais necessários para a formação de engenheiros.

Ou seja, a repaginação dessas concepções deve ocorrer desde a atuação do diretor até a atuação do porteiro do ambiente educacional, da aula aos currículos e dos contratos as propostas pedagógicas. Na busca por uma postura condizente com os entendimentos atuais de ciência, vários são os estudos em educação científica que levam a um novo posicionamento em relação às intervenções didáticas.

Carvalho (2009) contribui com “ideias fundamentais, capazes de organizar teoricamente os distintos conceitos e modelos que refletem o status epistemológico desta área do conhecimento” (p. 2), pontuando que é por meio de debates sobre os conteúdos, aspectos metodológicos e o papel do professor (definidos pela autora como critérios estruturantes) que serão compreendidos os entraves para a formatação de uma nova Didática em Ciências.

Nas salas de aula de quaisquer níveis de ensino no Brasil (fundamental, médio ou superior), a abordagem de temas ligados às ciências naturais e matemática se revela distante dos entendimentos atuais sobre o ensino de ciências. Os estudantes de engenharia, admitidos como pessoas com mais afinidades à compreensão da ciência e sua posterior elaboração, continuam apresentando diversas dificuldades na construção de argumentos na apreensão de conceitos, no manuseio de ferramentas matemáticas básicas e na interlocução entre os pressupostos teóricos das ciências e sua relação com a realidade.

Objeto de estudo de vários pesquisadores no país e no mundo baseia-se em buscar formas de mitigar esse distanciamento, assim direcionando esforços para uma necessária e urgente alfabetização científica dos nossos alunos (FOUREZ, 1994; CARVALHO, 2009; DELIZOICOV, 2011, AULER & DELIZOICOV, 2001; AULER, 2003).

Nesta direção, alfabetizar cientificamente nos remete a um processo de enculturação científica e tecnológica, ou seja, a alfabetização científica e tecnológica seria parte do processo pelo qual se insere os indivíduos na cultura da ciência ao envolver conhecimentos e o uso da leitura e escrita de conhecimentos científicos em contextos outros que não a produção de conhecimento. Está relacionado à comunicação, processos cognitivos (funções metacognitivas relacionadas ao uso de conhecimentos tal como pensamento, memória) e processos meta-cognitivos (ou seja, a capacidade de pensar sobre o próprio pensar).

Exatamente por envolver comunicação, fica estabelecida a possibilidade da alfabetização científica e tecnológica ser um elo de preparação dos indivíduos em um processo de interlocução entre diferentes formas de ler o mundo na atualidade. Portanto, o ensino de ciências que se proponha a conduzir processo de alfabetização científica teria como meta inserir os indivíduos em uma cultura científica e levá-los a utilizá-la para além do contexto da escola.

Carvalho (2007) elenca algumas habilidades que precisam ser estimuladas para efetivação do processo de alfabetização científica:

a) provocar a argumentação: a citar, como exemplo, o tipo textual, seja na forma oral ou escrita, implica na apresentação de pontos de vista com justificativas. Apresentar argumentos, analisar e posicionar-se aos argumentos apresentados por outras pessoas constitui característica essencial para a vida em sociedade;

b) entender a linguagem científica e analisar o cotidiano fazendo uso do conhecimento que tal linguagem expressa, e;

c) introduzir os alunos nas diferentes linguagens usadas na Matemática, tais como tabelas, gráficos e equações.

Em outra oportunidade, Sasseron e Carvalho (2011) revisaram estudos sobre alfabetização científica e concluíram que esta é estruturada em torno de três eixos: a compreensão básica de termos e conceitos, a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e o entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

Visando averiguar, na prática escolar, indícios de que a Alfabetização Científica está de fato acontecendo, Sasseron e Carvalho (2008) propuseram alguns indicadores que pudessem deixar clara a construção dos conceitos científicos. O primeiro grupo de indicadores pretende apurar como se dá o trabalho de organização, classificação e seriação das informações obtidas em uma investigação. A estruturação do pensamento e uma relação inicial entre os dados coletados aparecem no segundo grupo de indicadores, que são o raciocínio lógico e o raciocínio proporcional, “ilustrando a interdependência que pode existir entre elas” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 339).

O último grupo de indicadores proposto por Sasseron e Carvalho (2008) está ligado “mais diretamente à procura do entendimento da situação analisada” (p. 339). Nestes, há o levantamento e o teste das hipóteses, a formulação de uma justificativa embasada em aportes teóricos já apreendidos, previsões são elaboradas a partir dos entendimentos realizados e, enfim,

há a construção de uma explicação, elucidando as questões de investigação de uma sequência didática proposta.

Outro apontamento significativo para o ensino de ciências na atualidade repousa no entendimento que busque a “caracterização social dos fatores responsáveis pela mudança científica” (BAZZO et al. 2003, p. 126). Mediante o exposto, emerge uma indagação similar à que encontramos em Laudares et al (2008): “como formar um profissional com características capazes de atender a essas exigências sociais, econômicas e tecnológicas?” (p. 11).

É importante ressaltar que problemas de engenharia são vistos como problemas complexos, onde, neste caso, entende-se por “complexo” como um sinônimo de “difícil”. Na busca por proposições que possam nos fornecer subsídios práticos e teóricos para a elaboração das atividades que serão objetos de análise neste trabalho, buscamos propostas que auxiliassem uma aprendizagem contextualizada, interdisciplinar e, sobretudo, ativa.

2.3.1. Interdisciplinaridade e Engenharia: há enlaces?

Para iniciarmos os debates sobre a interdisciplinaridade no ensino da engenharia, gostaríamos de apresentar um pouco sobre como a tecnologia pode ser analisada a partir do enfoque dado pela Teoria da Instrumentalização, formulada por Andrew Feenberg. Ao separar as correntes filosóficas da tecnologia entre os essencialistas - agentes de críticas à modernidade - e os empiristas - grupo que ignora as consequências da tecnologia na modernidade - o autor visa combinar entendimentos comuns sobre essas duas vertentes até o momento em campos opostos de estudos atrelados à tecnologia.

Para Feenberg (2010), então, a Teoria da Instrumentalização visa “analisar a tecnologia em dois níveis: no nível da nossa relação funcional original com a realidade e no nível do *design* e da implementação da tecnologia” (p. 101). Para o primeiro viés de análise da tecnologia, pode-se agregar o conceito de instrumentação primária, onde o objeto é *desmundializado* e, com isso, levam-se em consideração aspectos como a utilidade do objeto, por exemplo.

Já o conceito de Instrumentalização Secundária esclarece o segundo nível de análise tecnológica, trazendo consigo a “reintegração do objeto ao contexto, das qualidades primárias com as secundárias, do sujeito com o objeto, e da liderança com o grupo” (DAGNINO, 2014, p.200), onde aspectos estéticos e de *design*, como também as influências sociais decorrentes da utilização dessa tecnologia no mundo real, começam a ser observados.

Compreender a atuação do engenheiro como uma atividade constituída de ações puramente técnicas também esteve sob o olhar de Feenberg (2010) na oportunidade em que o mesmo traz uma reflexão crítica sobre o que se denomina de ação técnica. Para ele, “quando o impacto do ator sobre o objeto está fora de toda proporção de se obter ocorrer um retorno que afete o ator” (p.99) temos então uma ação estritamente técnica.

Pode-se observar, então, que há uma aproximação entre os entendimentos de Feenberg e os pressupostos da racionalização da ciência, característica presente entre as atribuições do Positivismo de Comte, conforme debatido em seções anteriores. Isolar a tecnologia do seu contexto, da ciência ou de outras tecnologias não contribuirá para a resolução dos problemas em um momento histórico marcado por constantes transformações.

Suplantar o paradigma tradicional em educação na engenharia perpassa por dotar o ensino da engenharia de um caráter interdisciplinar. Para esse fim, vários são os esforços de diversos pesquisadores da área em investigar como deve, de fato, ser feita essa abordagem. Segundo Dwek et al. (2012, p.4), “o enfoque interdisciplinar dos estudos em ciência, tecnologia e sociedade (CTS), também conhecidos como estudos sociais da ciência e tecnologia, aparece como alternativa mais apropriada para uma requalificação do debate tecnológico”.

Um dos temas recorrentes de debates em quaisquer que sejam os fóruns para educação em engenharia, consiste em discutir sobre como o conhecimento pertinente à profissão do engenheiro pode ser desenvolvido de uma forma que supere o formato de unidades disciplinares e se aglutinem em torno da resolução de problemas. Está posto, então, a inserção do tema interdisciplinaridade no ensino de engenharia.

Muito mais do que um conjunto de palavras e conceitos que interagem para versar sobre o quão imbricado estão os conteúdos dos mais diversos componentes curriculares, o tema em questão traz para a engenharia uma reflexão sobre o cotidiano profissional, reivindicando uma nova visão sobre como o conhecimento em engenharia deve emergir para contribuir nas tomadas de decisões para os problemas dos dias atuais.

De certo, convive-se com diversos desafios na sociedade para os quais diversas soluções tecnológicas deveriam ser desenvolvidas, e que talvez até já tenham sido concebidas. No entanto, é difícil acreditar que os enfrentamentos urbanísticos e tecnológicos acarretados pelo crescimento populacional de grandes cidades possam ser estudados e resolvidos sem que haja uma interação, quase que natural, de diversas áreas do conhecimento (POMBO, 2004). Para elucidar nossos entendimentos sobre a interdisciplinaridade, tomaremos como base os

apontamentos da Professora Olga Pombo (2006). Para a autora, o crescimento científico terá como culminância “um processo de reordenamento interno das comunidades levado a cabo por um reordenamento das disciplinas” (p. 210), o que acarretara em uma necessidade urgente da criação de novas disciplinas, a partir de uma concepção bem diferente de uma simples rotina de “cruzamentos de disciplinas”, contribuindo para o surgimento de novos campos de investigação.

No desenvolvimento das considerações sobre a interdisciplinaridade e a emergência de uma nova reorganização disciplinar, Pombo (2006) conceitua as aproximações entre as disciplinas em três modalidades. A primeira dela nomeia de ciência de fronteira, e são aquelas que emergem da fusão entre duas ciências anteriormente consolidadas, como a Biomatemática, a Geobotânica e a Engenharia Genética.

As outras duas modalidades são as interdisciplinas e as interciências. Para o conceito de interdisciplinas, pode-se compreender como sendo “novas disciplinas surgidas do cruzamento de disciplinas científicas com o campo industrial e organizacional⁵”; e, por fim, as interciências, que são a “constituição de uma polidisciplina que tem um núcleo duro e, a sua volta, uma auréola de outras disciplinas, sendo impossível estabelecer qualquer espécie de hierarquia entre elas” (BICALHO; OLIVEIRA, 2011, p. 15).

Neste sentido, buscamos uma literatura capaz de explicar a forma como são desenvolvidas as iniciativas interdisciplinares em cursos de engenharia. Nos estudos de Silveira (2005) pode-se observar que o tema em questão vem sendo discutido tanto pelo setor produtivo como pelas instituições de ensino. Entre várias indagações no sentido de situar a interdisciplinaridade nos currículos, Silveira (2005) compreende que para trazer a realidade para a formação do engenheiro, enfrentar a multiplicidade de saberes e técnica e ampliar os horizontes, deve-se

[...] trazer os problemas concretos à atividade de aprendizagem, fazendo os alunos trabalharem em equipes multidisciplinares, imersos em um ambiente realmente universitário – cosmopolita, crítico, informado da ciência, das técnicas e dos valores, aberto à diversidade e em contato com a sociedade. (p. 116)

Acreditamos que promover a interdisciplinaridade em cursos de engenharia pressupõe o uso de metodologias ativas de ensino. O objetivo deste trabalho visa analisar a aplicação de uma sequência didática que foi desenvolvida, visando estimular nos estudantes uma visão

⁵ Pombo (2004), definiu anteriormente as *interdisciplinas* como aquelas que nascem na confluência entre ciências puras e ciências aplicadas (p.12).

interdisciplinar sobre os conteúdos utilizados no componente curricular Tópicos de Engenharia Elétrica 1, disciplina do primeiro período do curso de engenharia elétrica e, sobretudo, investigar indícios que demonstrem mudanças de posturas em relação a sua atuação futura como profissional engenheiro.

Para tal, a sequência será desenvolvida a partir das características essenciais da Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP, integradas à plataforma FlexQuest, conforme será demonstrado mais adiante.

CAPÍTULO 3 – APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS – ABP

3.1. Sobre Metodologias Ativas de Aprendizagem

Novas propostas educacionais precisam adentrar nas escolas de engenharia brasileiras, visando atender as novas demandas da sociedade a qual estamos inseridos. Ao longo da história, a educação passou por três períodos de grandes transformações, definidas por Esteves (2004) como revoluções educacionais. A primeira delas, oriunda do Egito Antigo, remonta a criação e generalização da escola, há aproximadamente 3000 anos a.C., tendo como características um ensino privado, ofertado a uma minoria de eleitos e dedicada à outorga de privilégios para indivíduos uma posição social relevante (ESTEVE, 2004).

Somente no final do século XVIII que a educação veio a ser repensada, acarretando na segunda revolução educacional. Através da promulgação de um código escolar, por Frederico Guilherme II do Reino da Prússia (hoje Alemanha), a gestão das escolas tornou-se responsabilidade do Estado, substituindo o modelo baseado nos cuidados da Igreja para com a educação. Nesse momento, as atenções recaíram sobre a obrigatoriedade e gratuidade do ensino, tendo essas ideias uma grande repercussão por todo o mundo (PÁTARO; 2015).

No entanto, apesar dos esforços para a inclusão das pessoas na estrutura educacional, a escola continuou sendo um espaço destinado a poucos. Somente muito após o advento da Revolução Francesa e dos ideais democráticos e liberais, pensou-se, finalmente, na universalização da educação, constituindo assim a terceira revolução educacional, ocorrida já na metade do século XX. Esse período perdura até os dias atuais, tendo como característica principal a escolarização da população, por parte do Estado até o ensino médio.

Ao longo do tempo, principalmente no que tange à formação de mão de obra para o mercado de trabalho, as questões educacionais foram modificadas para que pudessem atender à produção em seu momento histórico. Nesse caso, a indústria passou por alterações significativas assim que máquinas puderam ser movidas a vapor ou pela eletricidade, proporcionando o advento das linhas de produção, o que configura as duas primeiras revoluções.

Já a terceira fase de alterações significativas no processo produtivo é oriunda da inclusão da automação e das tecnologias de informação no chão de fábrica. O momento atual sugere uma combinação de vários novos conceitos em tecnologia, como o uso da inteligência artificial,

robótica e big data⁶ na produção, o que sugere mudanças significativas na educação e formação de profissionais para essa nova realidade de mercado (SCHWAB, 2016).

Nesse sentido, Araújo (2011) propõe que os processos educativos possam trazer à educação básica aspectos éticos e de responsabilidade social, haja vista a pluralidade social encontrada atualmente nas salas de aula. Sugere, também, que sejam alteradas as concepções de tempo, espaço e relações escolares, haja vista as transformações, principalmente tecnológicas, proporcionarem uma reconfiguração nos padrões de acesso à informação.

Esse conjunto de mudanças implica em alterações nas relações entre docentes e discentes. Há um entendimento que sugere uma nova postura discente, tornando-o ativo no que diz respeito à construção dos conhecimentos, compreendendo o aluno como um agente funcional que “constrói sua inteligência, sua identidade e produz conhecimento através do diálogo estabelecido com seus pares, com os professores e com a cultura, na própria realidade cotidiana do mundo em que vive” (ARAÚJO, 2011, p. 41).

Fundamentado numa visão onde a atuação do professor em sala de aula é ressignificada para um papel de orientação e monitoramento da aprendizagem, essas novas concepções que tornam o discente o principal responsável pela construção do seu conhecimento foram denominadas Metodologias Ativas. Uma Aprendizagem Ativa tem como objetivo “levar um estudante a descobrir um fenômeno e a compreender conceitos por si mesmo e, na sequência, conduzir este estudante a relacionar suas descobertas com seu conhecimento prévio do mundo ao seu redor” (SANTOS, 2015, p. 27206).

Do ponto de vista pedagógico, as Metodologias Ativas no espectro de propostas construtivistas, fazendo emergir a interdisciplinaridade, a aprendizagem colaborativa, o desenvolvimento de competências e habilidades, entre outras benesses. Em uma experiência em Aprendizagem Ativa, espera-se que os estudantes possam fazer reflexões através de suas funções mentais superiores, mantendo a interação com o assunto, “ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando” (BARBOSA; MOURA, 2013, p. 55).

As origens de metodologias ativas de aprendizagem podem ser encontradas nas explanações de Freire (2011). Nesta obra, a educação tradicional é associada, por analogia, a um modelo bancário, onde o professor, detentor do conhecimento, deposita as informações nos

⁶ Conjunto de grandes volumes de informações nas quais as tecnologias atuais ainda não conseguem lidar.

alunos. Nesse modelo, os professores dedicam esforços na tentativa de controlar o comportamento e a construção do conhecimento dos estudantes.

A proposição de uma educação problematizadora deverá alterar o comportamento dos estudantes em relação à construção dos seus conhecimentos, pois “em lugar de serem recipientes dóceis de depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também” (FREIRE, 2011, p. 41). A estruturação de uma proposta que torne os alunos críticos e reflexivos perpassa pela adoção de estratégias didáticas e pedagógicas que valorizem a autonomia dos estudantes em relação a sua formação educacional.

Nos estudos de Reeve (2009) encontram-se três condições que tornam uma abordagem educacional incentivadora da autonomia dos estudantes, que são a adoção das perspectivas dos estudantes, o bom recebimento dos pensamentos, sentimentos e comportamento dos alunos e, por fim, o apoio ao desenvolvimento motivacional dos alunos, como também sua capacidade de autorregulação.

Para que os estudantes se sintam parte ativa dos processos de sua própria instrução, Berbel (2011) declara que

“O engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia, preparando-se para o exercício profissional futuro” (p. 29).

Várias são as proposições para o exercício das Metodologias Ativas em sala de aula. Alinhados aos ensinamentos de Paulo Freire acima discutidos, percebe-se que a estratégia utilizada para que se deem os processos de ensino e aprendizagem é comum e reside na busca pela problematização dos conteúdos trabalhados (MITRE et al, 2008). Entre tantas possibilidades, podem ser citadas a *peer instruction*, salas de aula invertida (*flipped classroom*), *Bring your own device* (BYOD), *Study Cases*, *problem-based learning*, *project-based learning*, entre outras abordagens.

A *Peer Instruction* é uma estratégia de aprendizagem ativa centrada na colaboração entre os estudantes para a apreensão de conhecimentos. Para Mazur (2015), idealizador do método inicialmente utilizado em aulas de Física, o objetivo dessa metodologia consiste em “explorar a interação entre os estudantes durante as aulas expositivas e foca a atenção dos estudantes nos conceitos que servem como fundamento” (p. 10).

A dinâmica da *Peer Instruction* pode ser explicada por dois momentos, sendo o primeiro deles a averiguação da compreensão dos conceitos somente pela explanação do professor. Caso

as respostas sejam insatisfatórias, os alunos são levados ao debate entre si para que apresentem as justificativas de suas escolhas até o momento em que a questão é refeita e assim aferida uma nova composição das respostas. A estratégia avança quando a maioria significativa dos estudantes demonstra compreender o conceito trabalhado.

A sala de aula invertida (do inglês *flipped classroom*) consiste, basicamente, em fazer uma inversão entre os momentos didáticos trabalhados. A aula expositiva é gravada em vídeo para que os estudantes possam assisti-la em casa, tornando o momento em sala propício para a realização das tarefas, em grupo, com o auxílio do professor (TREVELIN et al. 2013). Segundo Trevelin (2013), as primeiras experiências em sala de aula invertida se deram também por intermédio do Prof. Mazur no início da década de 90.

Que tal o professor orientar uma atividade, onde estudantes possam trazer seus equipamentos eletrônicos para as salas de aula no intuito de ser engajado na busca de informações e apreensão do conhecimento? Essa estratégia é denominada por *Bring Your Own Device* (traga seu próprio dispositivo) e foi adaptada para fins educacionais, uma vez que essa dinâmica já é consolidada em empresas que lidam com tecnologia da informação.

As propostas baseadas em Aprendizagem Ativa que serão discutidas a seguir, que são o Estudo de Caso, a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos têm como característica comum a elucidação e busca por solução de um problema proposto, quase sempre contextualizado com a realidade. Os estudos de caso, segundo Ellet (2008), “são representações textuais da realidade que o colocam o leitor no papel de participante da situação” (p.21).

Estudos de Casos possuem características intrínsecas que propiciam o norteamento das atividades. No que diz respeito ao cuidado na escolha do caso proposto, este precisa ter significância para os estudantes, tanto na sua relação com a realidade como na disponibilidade de informações tácitas e claras, relevantes à resolução do problema. No entanto, a trama precisa ser suficientemente aberta para que não haja conclusões prévias já estabelecidas.

De todas as estratégias até aqui apresentadas, certamente a mais popular delas é a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABPro) dada a quantidade de material disponível para sua utilização e a quantidade de estudos referentes a essa proposta. Após discussão sobre a definição da ABPro, Souza e Dourado (2015) apresentam-na como sendo

“[...] uma estratégia de método para aprendizagem, centrada no aluno e por meio da investigação, tendo em vista à produção de conhecimento individual e grupal, de forma cooperativa, e que utiliza técnicas de análise crítica, para a compreensão e

resolução de problemas de forma significativa e em interação contínua com o professor tutor” (p. 184).

Uma proposta de aplicação da ABPro pode ser encontrada nos estudos de Escrivão Filho e Ribeiro (2008). O ato inicial consiste na apresentação de um problema, cuja solução mobilize conteúdos ainda não trabalhados. Conseqüentemente, os alunos deverão levantar hipóteses, elencar os conteúdos que necessitem de exploração, proceder a divisão do trabalho para integração de todos os membros do grupo e realizar as discussões para chegada de um consenso. Por fim, os estudantes serão levados à reflexão, visando à avaliação do processo, a autoavaliação e a avaliação pelos pares.

No que tange à Metodologia Ativa empregada neste trabalho, sabe-se que os primeiros entendimentos sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP geralmente são remontadas ao início do século XX. No entanto, encontramos em Knoll (1997) que a primeira utilização do termo “projeto” associado às tarefas escolares remontam a criação da *Accademia di San Luca*, em Roma – Itália, no século XVI.

Tratava-se da tentativa de simples pedreiros em elaborar e construir empreendimentos úteis e também bonitos, o que elevaria a reputação profissional e de suas obras. Para tal, esses profissionais associaram-se aos artistas, e criaram uma nova profissão, a Arquitetura. Os projetos seriam desenvolvidos por solicitação dos professores, repassando aos alunos “avançados desafios para tarefas, como design de igrejas, monumentos ou palácios” (KNOLL, 1997, p. 2).

A partir desse momento, a formação de arquitetos fora sendo espalhada pelo mundo, e a proposta para a execução de projetos durante a formação profissional fora recebendo contribuições desde a chegada do método a França em 1671, estendendo-se a cursos de engenharia durante o século XIX em toda a Europa e nas Américas.

Nos países europeus e, mais especificamente nos Estados Unidos do início do século XX, fora constatado que os objetivos escolares se davam a partir da transmissão verbal do conhecimento que, na maioria das vezes, era desconectado da realidade que cercava os estudantes, prezando sempre por um padrão disciplinar (aqui encarada como comportamento). A abordagem dos conteúdos se dava de forma rígida e fragmentada, o que levava os estudantes a serem atores passivos durante a intervenção didática.

A partir dessas inquietações, professores voltaram-se à análise das práticas didático-metodológicas. Ao acostar o foco na aprendizagem dos alunos novas propostas suscitaram, culminando em um movimento que deu fôlego a uma escola nova, viva, real, pulsante, e,

sobretudo, laboral, denominada de Escola Nova. Os principais precursores desse “outro” fazer pedagógico são:

“[...] os educadores Ovide Decroly, na França, que criou os “Centros de Interesse”; Maria Montessori, na Itália; John Dewey, nos Estados Unidos, que preconizou a sala de aula como uma “comunidade em miniatura”; William Kilpatrick, discípulo de Dewey, que, no início do século XX, propõe um trabalho integrado com Projetos; Celestin Freinet, na França, que protagonizou a Pedagogia de Projetos, entendendo que a criança deve compreender o mundo com certa rigorosidade de pensamento, por meio de um trabalho de pesquisa reflexiva” (OLIVEIRA, 2006, p. 6).

Como consequência de uma proposta voltada ao aprendizado por meio de projetos, houve a necessidade de alterações contundentes no que estava relacionado ao papel do professor, partindo de uma concepção onde o professor era o exclusivo detentor do saber e depositário de informações para um entendimento flexível e colaborativo no que tange à construção do conhecimento. A partir dos entendimentos educacionais elaborados por Dewey, seu aluno William Kilpatrick formulou os primeiros entendimentos sobre uma metodologia de aprendizagem baseada em projetos.

O modelo educacional proposto por John Dewey desenvolve-se a partir da premissa de que os indivíduos venham a ser preparados para a vida em uma sociedade democrática, tendo uma aprendizagem estabelecida através de ações práticas. Westbrook e Teixeira (2010), ao discorrer sobre os pressupostos de Dewey, declararam que “aprender para a vida significa que a pessoa não somente poderá agir, mas agirá do novo modo aprendido, assim que a ocasião que exija este saber apareça” (p.56).

Bastante entendedor dos entendimentos de Dewey, um método de aprendizagem por projetos fora desenvolvido por Kilpatrick, tendo como princípio norteador “fazer com que o ator principal do processo ensino/aprendizagem, o alunado, participe com mais afinco de todo este processo de construção do conhecimento” (GUEDES et al, 2017, p. 241).

3.2. Elementos essenciais para uma Aprendizagem Baseada em Projetos

No momento em que esse trabalho discute a necessidade de uma nova visão para repaginar a educação em engenharia, é necessário reiterar que a realidade, marcada por transformações constantes e pela alteração no modo de vida das sociedades, principalmente as urbanas requerem mudanças na formação do profissional engenheiro. Na oportunidade, baseamo-nos em um perfil onde busca um profissional crítico, reflexivo, atento às questões de seu tempo histórico e agente ativo na tomada de decisões.

De início, cabe-nos apresentar as formas como os projetos interdisciplinares podem se manifestar, estando os modelos de acordo com os referenciais pedagógicos, políticos e éticos

estabelecidos nesta abordagem. Encontram-se nos apontamentos de Helle et al. (2006) uma apropriação do que definiu Morgan (1983) para as proposições de três modelos com enfoque em projetos. O primeiro deles, denominado *exercise*, calcado no modelo tradicional de ensino, propõe que o estudante aplique o conhecimento que fora transmitido por um professor.

Ao buscarmos o paradigma que será desenvolvido por esse projeto, o trabalho citado anteriormente oferece duas possibilidades de modelos. Para o tipo *component*, os temas serão desenvolvidos em uma quantidade considerada de tempo, a partir de questões emergentes do mundo real, estando os conteúdos disciplinares a se desenrolar em paralelo com as atividades do projeto. Já no modelo tipo *orientation*, os currículos dos cursos serão formulados de acordo com a pedagogia de projetos, sendo o ensino indicado para a elucidação complementar de tópicos dos projetos.

Nesse contexto, passamos a discutir a partir de então como a Aprendizagem Baseada em Projetos pode contribuir para o desenvolvimento de profissionais que estejam em acordo com as necessidades acima descritas. Na figura a seguir, apresentamos um quadro contendo os elementos essenciais para uma proposta educacional baseada em projetos. Pode-se perceber que a confluência de todos os elementos visa construir, nos estudantes, as **principais habilidades e competências necessárias para o Século XXI**.

Figura 2: Elementos essenciais para aprendizagem baseada em projetos.



Fonte: Extraído de: < <http://porvir.org/especiais/maonamassa/aprendizagem-baseada-em-projetos> >, acesso em: 15 abr. 2017.

Entendemos a educação como um processo contínuo ao longo da vida, corroborando com o relatório internacional da UNESCO, elaborado em 1996, sobre a Educação para o século XXI. Nesse documento, são apontados aspectos gerais que visaram nortear futuras reformas educacionais, como também apresentados os quatro pilares para uma educação no século XXI, que são:

- Aprender a conhecer (aprender a aprender), onde se possam ser trabalhados aspectos de uma cultura geral agregadas à formação profissional, visando “beneficiar-se das oportunidades oferecidas pela educação ao longo da vida” (UNESCO, p.29).
- Aprender a fazer e ir além de uma formação estritamente profissional, estando preparado para trabalhar em equipes e vir a alocar conhecimentos em diversos contextos;
- Aprender a conviver, respeitando o pluralismo, a compreensão do outro e preparando para o reconhecimento das interdependências, ou seja, estar apto ao gerenciamento de conflitos e a realização de projetos comuns em uma cultura de paz;
- Aprender a ser e “construir sua personalidade em condições de agir com uma capacidade cada vez maior de autonomia, discernimento e responsabilidade pessoal” (UNESCO, p.29), estando a educação possibilitada a estimular as potencialidades individuais em prol do coletivo, desenvolvendo a memória, capacidade de comunicação, raciocínio, sentido estético, capacidades físicas.

A seguir, são descritas as características essenciais que compõem a APB, estando em consonância com a Figura 2.

a) Problema ou questão desafiadora

Os projetos emanados de uma sequência didática baseada na ABP precisam advir de situações do mundo real. Como consequência, problemas serão constituídos a partir da observação de necessidades reais, pois o contexto certamente será um elemento motivador para a construção das soluções. Para Patton (2012), além dos problemas surgirem de uma situação real, estes precisam surgir de “um problema que tenha significado para os alunos” (p.40) como forma de comprometê-los com o andamento do projeto.

Nos trabalhos de Bender (2014), a nomenclatura utilizada para a denominação da questão central do problema chama-se “Questão Motriz”, donde serão demandadas as tarefas relativas à execução do projeto. Essas questões, segundo o autor em questão, deverão ser explicitadas de “maneira clara, e ser altamente desafiadora” (p. 17). Já em Dym (2010), pode-

se encontrar uma separação entre a declaração de um problema e a sua transformação em um problema de engenharia

b) Espírito de exploração

Como trata-se de uma aprendizagem investigativa, mergulhada em um mundo conectado, espera-se um comportamento diferenciado tanto do professor quanto do aluno. Para Moran (2015), o papel do professor migra de uma postura expositiva e engessada para um perfil de curador, conduzindo os alunos na escolha das informações realmente relevantes ao tema pesquisado como também adentrar em uma perspectiva onde o professor se porte enquanto orientador e gerenciador das atividades.

Como consequência dessa atitude docente, os estudantes serão instigados a buscar informações e construir soluções para o projeto proposto, comportamento contrastante com o formato admitido pelo ensino mais tradicional, onde a adequada conduta para a apreensão do conhecimento sugeria alunos inertes, quietos e calados. Atualmente, essa tarefa é facilitada dada a robusta contribuição das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na coleta de conteúdos sobre um tema proposto.

c) Originalidade

Uma vez que os estudantes são os responsáveis diretos pela construção do conhecimento, onde cada aluno se relaciona de forma pessoal com as informações e com os outros integrantes do grupo de trabalho, certamente não haverá a existência de projetos iguais. Como cabe aos professores a tarefa de orientar os trabalhos em uma ABP (sem que para isso a solução do problema proposto seja feita de forma direcionada), a originalidade nos trabalhos é reforçada pelos caminhos percorridos na busca de informações, acarretando na formulação de diversas soluções propostas.

d) Reflexão, voz do aluno, crítica e revisão

Em uma sequência didática onde se utiliza a Aprendizagem Baseada em Projetos, espera-se que os estudantes interajam com o conteúdo em estudo “ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando” (BARBOSA; MOURA, 2013, p.55). Desse modo, o estudante é levado a realizar “habilidades mentais de ordem superior em lugar de memorizar dados em contextos isolados, sem conexão” (GALEANA, 2006, p.3).

Ao longo do percurso de um projeto interdisciplinar com enfoque numa ABP, os alunos são levados a tomar várias decisões. Tratam-se de definições sobre escolha e execução das

tarefas do projeto, definição dos responsáveis por cada atividade, determinação de prazos e metas e arbitragem sobre o método de elaboração do produto.

A realização de habilidades mentais superiores, como a análise, síntese e avaliação, possibilita que os estudantes possam refletir e criticar as decisões tomadas durante o percurso de construção do projeto, uma vez que as atividades suscitam a necessidade do trabalho em grupo e a autonomia dos estudantes em escolher o percurso no qual os projetos serão desenvolvidos.

e) Apresentação de um produto

Conforme dito anteriormente, a culminância das tarefas realizadas durante o percurso do projeto resultará em um produto ou uma performance de valor pessoal/social. Esse produto pode ser apresentado pelos estudantes de várias formas, como apresentações, palestras, relatórios, vídeos e, obviamente, a mostra do artefato realizado em momento oportuno e definido previamente, seja pelo professor ou na pactuação realizada pelo grande grupo.

3.3. Aplicações da ABP: concepções e alguns modelos

Atualmente, os projetos são estudados em minúcias, abarcando todas as suas fases que partem da concepção da ideia, ou problema a se resolver, até questões pertinentes a sua plena execução, acrescidos do retorno esperado por aqueles que se utilizam das benesses oriundas do projeto. Vale mencionar que o tema “projeto” e sua concepção, implantação, seu acompanhamento e sua avaliação é objeto de estudos em cursos de especialização, como também certificações de reconhecido valor no mercado: neste caso, a certificação em gerenciamento de projetos.

No entanto, conforme visto anteriormente, o ensino de engenharia ainda segue uma linha tradicionalista, afastando-o do cotidiano dos estudantes. Recentemente, a Confederação Nacional das Indústrias (CNI), no seu caderno de propostas que foi entregue aos candidatos à presidência da república, alertou para a urgente modernização dos currículos dos cursos de engenharia, onde seria necessária “uma abordagem de ensino interdisciplinar, que integre elementos de design e empreendedorismo, bem como aprendizagem baseada em projetos” (CNI, 2014. p. 40).

Segundo Filho e Ribeiro (2009), a ABP surgiu, de forma estruturada, na escola de medicina da Universidade McMaster, no Canadá, no início dos anos 60, também em cursos de

medicina. Os autores citados denominam a ABP como sendo “essencialmente um método de ensino e aprendizagem que utiliza problemas da vida real (reais ou simulados) para iniciar, enfatizar e motivar a aprendizagem de teorias, habilidades e atitudes” (p. 24). Sendo assim, a ABP apresenta elevado potencial para promover a interlocução da vida real com os conceitos teóricos, práticos e tecnológicos, quando aplicados aos cursos de engenharia.

É importante pontuar que não há um modelo único ou consensual no desenvolvimento de projetos para fins educacionais. No entanto, há uma confluência de ideias no que diz respeito às motivações, princípios e elementos característicos de uma proposta baseada em projetos. Já fora dito, anteriormente, que a principal motivação para uma abordagem dessa natureza é proporcionar ao alunado uma situação onde os estudantes sejam agentes ativos na construção de seus conhecimentos através de situações reais.

No que tange aos princípios da ABP, a *Aalborg University* (Barge, 2010), instituição sueca e uma das referências mundiais na elaboração de currículos e práticas em projetos interdisciplinares, aponta que a proposição orientada de um problema, a organização do projeto, a integração entre a teoria e a prática, a autonomia dos estudantes na tomada das decisões do projeto e o estímulo ao trabalho em grupo são os cinco pilares determinantes para uma ABP. Percebemos que essas características estão presentes, também, no guia para a aprendizagem, baseada em projetos do *Buck Institute for Education* (BIE) com sede nos EUA.

A culminância dos trabalhos também se mostra como um consenso em várias literaturas sobre experiência educacional baseada em projetos. Segundo MARKHAM (2010), DYM et al. (2010) e BENDER (2014), a apresentação de um produto, seja ele um protótipo, um relatório, ou algo similar é uma das características importantes da ABP, onde o processo de elaboração desses produtos contém os momentos de exploração dos conteúdos e desenvolvimento de habilidades e competências.

A Pedagogia de Projetos pode ser utilizada em qualquer área do conhecimento, ou seja, pode-se concluir que sua essência se apresenta naturalmente interdisciplinar. Dada a grande quantidade de possibilidades, são várias as concepções e modelos para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares. Para a aplicação deste trabalho de dissertação será utilizado o modelo do tipo *component*, no qual será feita a explanação de alguns modelos condizentes com a nossa proposta.

O modelo proposto pelo guia para professores do ensino fundamental e médio, desenvolvido pela *Buck Institute for Educational*, traz um caderno que visa orientar todos os passos da dinâmica definindo a partir de frases motivacionais cada etapa da proposta. É

importante ressaltar o viés prático do material, haja vista para apresentar-se como um guia de aplicação da ABP. A fase inicial, nesse caso, denominada *comece com o fim em mente*, onde serão explorados os temas, principais ideias, os conteúdos a serem trabalhados, as habilidades e os hábitos mentais e os resultados almejados.

A fase seguinte sugere a formulação de uma *questão orientadora*. Esta precisa ser aberta o suficiente para que abranja todos os conteúdos e resultados definidos na fase anterior, mas que ao mesmo tempo estabeleça fronteiras de atuação de forma instigante e significativa. O passo seguinte reside no *planejamento da avaliação* da sequência, onde serão definidos os marcos do projeto e os critérios adotados para a avaliação de cada uma das subetapas constituintes do projeto.

As duas últimas etapas direcionam seus esforços para *mapear e gerenciar* todo o processo de construção dos projetos verificando o cumprimento das etapas e identificando o desenvolvimento das habilidades anteriormente definidas, até o momento do estabelecimento das dinâmicas e a respectiva estrutura para a finalização dos projetos construídos.

Visando ilustrar outra proposta metodológica para a aplicação da ABP, agora no ensino superior, uma sugestão bastante discutida no Brasil vem da Universidade do Minho (UMINHO), em Portugal, tendo como maior entusiasta o Prof. Rui Lima, que é autor de vários trabalhos sobre a ABP em conjunto com outros pesquisadores. Ao longo do tempo, o referido professor vem trabalhando com a ABP sobre vários aspectos da pedagogia de projetos em suas pesquisas, tais como: a organização da sequência, a questão interdisciplinar, a importância dos tutores, critérios para avaliação, entre outros tópicos.

Para a organização dessa aplicação da ABP, foram utilizados entendimentos presentes no guia para o conjunto de conhecimentos de gerenciamento de projetos mundialmente conhecido por *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), elaborado e produzido pelo *Project Management Institute* (PMI), associação sem fins lucrativos para interessados na área de gerenciamento de projetos. As fases da sequência, ilustradas na Figura 3, definem o ciclo de vida dos projetos, composto de cinco fases. Com duração de 18 semanas, e a demarcação prévia de várias reuniões e pontos de controle para o acompanhamento dos projetos, as atividades são desenvolvidas por grupos de até dez estudantes.

Figura 3 - Estrutura de Referência para o Ciclo de Vida do Projeto – Fases do Projeto



Fonte: Extraído de Lima et al. 2011.

Cada fase do projeto é subdividida em diversas outras fases, sendo necessária a gestão dos recursos humanos, dos processos, dos pontos de controle e dos recursos internos e externos à execução do projeto, sem que se deixe escapar os cuidados com as unidades curriculares envolvidas. No quadro a seguir podem ser encontradas as características e duração das fases relativas ao projeto de forma geral.

Quadro 1- Característica e duração das fases do projeto.

Fase	Características	Duração
Preparação	Definição do tema do projeto, recursos humanos, unidades curriculares de apoio ao projeto.	15 dias a 3 meses antes do projeto
Definição	Especificação do tema; planejamento de pontos de controle; definição do processo de avaliação do projeto e das UCs; elaboração do guia de projeto	De uma semana a um mês antes do início do projeto
Início	Apresentação do projeto, experiência para os alunos em projetos	De uma a duas semanas
Execução	Aulas, reuniões tutoriais, entregas, apresentações e sessões de <i>feedback</i>	16 semanas
Finalização	Entrega dos relatórios finais e protótipos	De uma a três semanas

Fonte: Extraído de Lima et al. 2011.

As experiências em ABP da UMINHO trazem consigo uma grande quantidade de pessoas envolvidas no projeto. Além do acompanhamento ativo dos professores das unidades curriculares agregadas ao projeto, e dos seus coordenadores, há contribuição de tutores em todo percurso da sequência. Para Flores et al. (2009), o tutor é “ um docente facilitador do desenvolvimento de competências técnicas e transversais, centrado no grupo de alunos” (p. 93).

Outra característica importante dos projetos elaborados pela UMINHO é a proximidade com as empresas, fazendo com que as soluções buscadas estejam, de fato, a resolver problemas reais da produção. A possibilidade de aproximação da universidade com o setor produtivo, incluindo nos currículos esses tipos de projetos levam a promoção da motivação e o

engajamento no processo de aprendizagem pelos estudantes, haja vista a apreciação, *in loco*, da aplicação prática da teoria estudada (LIMA et al., 2014, p. 2).

3.4. Pesquisas em Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino das ciências e da engenharia

Para que se construa um entendimento sobre o debruçar de professores e pesquisadores brasileiros na aplicação e desenvolvimento de conhecimentos sobre as Metodologias Ativas de Aprendizagem, faz-se importante apresentar trabalhos desenvolvidos no Brasil, onde o Ensino das Ciências fora realizado através da estratégia.

Apontar as contribuições de uma abordagem por projetos na aprendizagem de conceitos em Ciências Naturais foi o objetivo de estudo de Oliveira e Gonzaga (2011). Ao aplicarem uma sequência didática para alunos de 8º ano do ensino fundamental, constataram uma mudança significativa no comportamento dos estudantes, ressaltando que, a partir das atividades do projeto, os alunos aproximaram-se dos conteúdos e os dotaram de significados, aumentando o interesse pela disciplina.

Os estudos de Nascimento e Coutinho (2016) buscaram encontrar exemplos de Metodologias Ativas sendo aplicadas em salas de aula, em várias revistas para o Ensino das Ciências, nas edições dentre os anos de 2011 a 2016.1. Apesar dos autores reconhecerem que os professores de ciências vêm fazendo uso da metodologia apontam que há “uma falta de publicações na área de metodologias ativas de aprendizagem, relacionadas com o ensino de Ciências” (p. 149).

Ao mudarmos o *locus* de busca pelos trabalhos das revistas para os congressos que se dedicam aos fomento e discussão de processos em ensino e aprendizagem, podemos encontrar vários exemplos do uso da Aprendizagem Ativa nos Ensinos da Ciências, especialmente em turmas do ensino médio, haja vista que essa etapa de ensino ofertar as disciplinas de Química e Física aos estudantes.

Em Martin et al. (2016) pode-se encontrar a aplicabilidade de uma sequência didática baseada em projetos visando a análise de parâmetros físico-químicos para o monitoramento da qualidade da água consumida em Escolas Pública de Rondonópolis, Mato Grosso. Para os autores, a estratégia mostrou-se eficiente, uma vez que o estímulo ao debate e à argumentação, como também à autonomia na resolução dos problemas motiva os alunos, sendo nítida a “intensa evolução na construção do conhecimento químico” (p. 86).

Pasqualetto, Veit e Araújo (2017) realizaram uma revisão bibliográfica sobre o a utilização da ABP dentro do contexto do ensino da Física donde puderam constatar que, apesar do grande potencial da metodologia, ainda é tímido o quantitativo de pesquisas relacionadas ao tema, apontando também preocupações no que diz respeito ao uso de teorias de aprendizagem para “apontar direções e nortear decisões” (p. 571) durante o percurso das atividades de projeto.

Podem ser encontrados vários trabalhos, em diversas áreas do conhecimento, onde a ABP é analisada em suas potencialidades de alavancar um ensino interdisciplinar, ativo, crítico e reflexivo. Há relatos de experiência sobre a forma como a experiência em ABP proporcionou aos estudantes um ensino diferenciado, como também as disciplinas constantes da matriz curricular onde se utilizaram da pedagogia de projetos como proposta educacional.

Essas aplicações não se limitam aos componentes do eixo profissional dos cursos de engenharia, sendo utilizada nas mais diferentes componentes curriculares, tais como: Física, Fenômenos de Transporte, Geometria Descritiva e Empreendedorismo, no ensino superior e nas disciplinas de Física, Química, Biologia, Matemática e Geografia nos ensinos médio e fundamental.

Em um dos artigos consultados para a fundamentação teórica desta dissertação, encontramos um trabalho que versa sobre a criação de uma disciplina de Projeto de Integração Acadêmica e Tecnológica, no Centro de Tecnologia da UFC, descrita por CASTRO et al. (2017), onde a construção do produto será realizada pela interdisciplinaridade das engenharias e também de outras profissões, participando de um mesmo projeto as engenharias elétrica, metalúrgica, mecânica, de computação e de Produção, como também os cursos de Direito, Administração e Mídias Digitais.

Aspectos relacionados à aprendizagem baseada em projetos, como a concepção dos alunos sobre o ensino tradicional após ser substituído por um projeto, o desenvolvimento de competências como liderança e trabalho em grupo, a importância das tutorias durante o processo de construção dos produtos e a proposição de uma proposta pedagógica que tenha como norteador a pedagogia de projetos, são alvos de investigação contumaz de diversos pesquisadores pelo país.

A liderança, entendida como uma das competências estimuladas pela ABP, foi o tema de estudo de Barreto et al. (2016) a fim de compreender as percepções de estudantes recém ingressos na universidade ao vivenciarem uma experiência de aprendizagem por projetos.

Nesta, os autores puderam identificar que há uma “valorização positiva da figura do líder ao longo do projeto” (p. 77).

O papel do professor foi estudado por Lini e Mattasoglio (2017), onde o principal objetivo do texto se concentra em elucidar as diferenças entre a prática docente de um tutor de projeto e o professor tradicional. Nessa oportunidade, os autores destacam que o papel do tutor, “como o profissional encarregado por trocar experiências com os estudantes de forma a aproximar os alunos de uma vivência profissional” (p. 5)

Ao sugerir a adoção de uma metodologia de projetos para o ensino em engenharia, Masson et al. (2012) pontua que a consolidação da estratégia nas salas de aula necessita de investimentos tanto teóricos quanto financeiros, pois

“[...] vai requerer a formação pedagógica e continuada do corpo docente, a modificação de espaço físico, investimento em equipamentos direcionados ao desenvolvimento de projetos, que para o ensino de engenharia por vezes se torna oneroso, disponibilidade de espaço físico além do horário formal de aula, professores com maior disponibilidade de tempo na instituição para que os alunos possam se motivar e se envolver com os projetos” (p. 8).

As preocupações com a formação docente, tendo como foco específico a fundamentação teórica utilizada pelos pesquisadores da ABP em cursos de engenharia fora um dos temas de seções dirigidas no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2013. Dada sua contribuição para a pesquisa na área em questão, todas as ideias foram materializadas em um livro, tendo como autores Oliveira, Tozzi e Loder (2014).

Oliveira et al. (2014) buscaram investigar os desafios encontrados em decorrência da integração entre a ABP e os fundamentos teóricos que dão sustentação às atividades de projetos, donde pode concluir que I) o referencial teórico deve servir como orientador das atividades, e não determinante das ações, II) a avaliação de desempenho deve ser repensada, III) há a necessidade de contribuição de profissionais da educação para os trabalhos em ABP no ensino da engenharia, IV) deve haver uma formação continuada para a prática docente em ABP e V) “a humildade, a curiosidade, a capacidade de ser flexível e a capacidade de interação com o mercado” (p. 79) são requisitos para que os professores possam trabalhar com a ABP.

Visando preencher a lacuna acima mencionada, consideramos importante que os elementos e etapas sugeridas em uma sequência didática caracterizada, como uma aprendizagem por projetos, contemplem tanto uma mudança no papel do professor em sala de aula, do mesmo modo que se ocupe a internalizar nas atividades os fundamentos teóricos em teorias de aprendizagem.

Compreendemos que preparar estudantes para uma vida futura enquanto profissional da engenharia, engloba o estímulo à competência e habilidade em consonância com os atributos requeridos pelo mercado e pela sociedade dos dias atuais. No entanto, buscamos também a formação de indivíduos alfabetizados cientificamente, capazes de analisar e opinar sobre as questões científicas do seu tempo, estabelecendo as relações entre as decisões da engenharia e suas repercussões sociais, econômica, política e ambientais.

No capítulo a seguir, discutiremos a Teoria da Flexibilidade Cognitiva - TFC e suas contribuições como aporte teórico para a apreensão do conhecimento científico e tecnológico, como também a sua materialização na forma de estratégia didática. Acreditamos que a integração da TFC com as estratégias ativas de aprendizagem contribui na promoção de indivíduos cientificamente alfabetizados.

CAPÍTULO 4 – TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)

A tecnologia está ativamente presente na vida das pessoas, no entanto a escola parece não ter internalizado os benefícios que as ferramentas tecnológicas podem trazer aos processos de ensino e aprendizagem. Nos estudos de Pretto e Pinto (2006) encontra-se um rearranjo nas relações do homem com a tecnologia, compreendo-a como sendo muito mais do que uma extensão de sentidos da espécie, mas “como algo muito mais profundo, que interfere com o próprio sentido da existência humana” (p. 22).

Nesse sentido, atualizar a prática docente consiste na inclusão de novas tecnologias em todo o processo educativo. Para Aguiar (2008), o incremento computacional na educação faz com que o aluno participe “dinamicamente da ação educativa através da interação com os métodos e meios para organizar a própria experiência” (p. 63). O contexto exposto justifica, então, o esforço de diversos professores no intuito de utilizar as TIC em sala de aula, potencializando o ensino e proporcionando aprendizagens mais significativas no ensino de ciências, matemática e engenharia.

Para Levy (2009) há uma proposição na forma como a Educação precisa ser vista a partir da inclusão dos indivíduos em um ciberespaço (internet), o que configura uma nova relação entre esses indivíduos e o saber. Uma das constatações do referido autor está na visualização do ciberespaço como propício ao suporte de “tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas” (p. 157), o que deverá proporcionar novas formas de acesso a informação e estilos de raciocínio e conhecimento.

Desenvolver aprendizagens a partir de temas que agreguem várias áreas do conhecimento, para além de uma união de estratégias visando a resolução de um problema, faz emergir uma inteligência gerada a partir do aglutinamento das diversas inteligências disponíveis em um grupo interdisciplinar. A soma dos conhecimentos individuais em um trabalho de grupo pode ser entendida como uma inteligência coletiva, definida por Levy (2003) como sendo “inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta de uma mobilização efetiva das competências” (p.28).

Em um estudo de Bembem (2013), há a sugestão de que o encontro de todos esses atores inteligentes possa acontecer em um cyberspaço, permitindo que os integrantes se mantenham interligados, haja vista de não haver fronteiras e obstáculos em um mundo conectado. Pode-se

encontrar, também, que os objetivos da inteligência coletiva podem também ser considerados um

[...] projeto global que pressupõe ações práticas que se destinem à mobilização das competências dos indivíduos e que busquem, de fato, a base e o objetivo da inteligência coletiva, que é o reconhecimento e o enriquecimento mútuo daqueles que se envolvem nessa proposta (p. 142).

Após realizar uma pesquisa sobre as produções acadêmicas que tenham como foco a inteligência coletiva, Bembem (2013) afirma que, mediante à diversidade de temas aos quais estão envolvidos os pressupostos de Lévy, pode-se observar que trata-se de um conceito interdisciplinar, estando as publicações mais antigas preocupadas em dar conta do aporte teórico para sustentação da inteligência coletiva, e os trabalhos mais novos visam compreender as implicações práticas em diversos contextos para a criação colaborativa de conteúdos na web.

Para exemplificar esses diferentes contextos nos quais são utilizados os pressupostos da inteligência coletiva, Santos (2011) avalia a participação de agentes sociais, denominando, assim, por democracia deliberativa: processo de consulta, organizada pelo Estado para que a sociedade possa ser representada e possa transmitir suas opiniões acerca de diversos segmentos das necessidades sociais, como a educação, a saúde, moradia e a cultura.

Um breve histórico do estudo da inteligência coletiva pode ser encontrado no manual de Inteligência Coletiva (IC), desenvolvido pelo Centro para a inteligência Coletiva do MIT – Massachusetts Institute of Technology (2015). As primeiras utilizações do termo datam de meados do século XIX, tendo como sentido o desenvolvimento do conhecimento médico e científico como também para auxiliar na compreensão de certo entendimento coletivo na busca de progresso social.

No que diz respeito ao uso da inteligência coletiva como tema para trabalhos acadêmicos, encontram-se aproximações do conceito à psicologia já no início do Século XX a fim de justificar que a união de indivíduos poderia resultar em uma inteligência maior do que as competências individuais. Somente no último quarto do Século XX que o termo seria sugerido para a compreensão da inteligência manifestada através de redes de computadores.

A partir desse marco, os estudos em inteligência coletiva foram ganhando adeptos, seja nos EUA ou na Europa, na qual foram atribuídos vários significados. Certamente, o mais popular destes foi estabelecido por Lévy (1999) como sendo “uma forma de inteligência universalmente distribuída, constantemente aprimorada, coordenada em tempo real e resultando na efetiva mobilização de habilidades” (p. 28)

Várias foram as contribuições que sucederam essa definição. No momento em que Noubel (2004), define a IC como “a capacidade de um grupo de pessoas colaborar para formular seu próprio futuro e alcançá-lo em um contexto complexo” (p. 21), pode-se perceber que o fora incorporado ao termo a viabilidade trazida pela união de inteligências individuais na busca de soluções para problemas do seu tempo, como também dota o conceito como sendo uma humana.

Uma destacada contribuição aos estudos sobre Inteligência Coletiva pode ser encontrada na obra de Tom Atlee sobre *Co-intelligence*. O autor em questão fundou, em 1996, o Co-Intelligence Institute, uma organização sem fins lucrativos que facilita e pesquisa a auto-organização, inteligência coletiva, modos participativos de governança e democracia colaborativa.

As potencialidades da Inteligência Coletiva e as principais áreas de aplicação do conceito, principalmente após a consolidação da Web 2.0 são descritas por Leimeister (2010) após compreender que o conceito de IC vem passando por alterações ao longo do tempo, pois constatou que os usuários da rede mundial de computadores se comportam, agora, de forma ativa, elaborando seus próprios conteúdos.

Pereira e Oliveira (2012), ao estudarem as potencialidades da Web 2.0 na educação, constataram que a ferramenta *Google Docs* é um “ótimo suporte para o trabalho colaborativo e, conseqüentemente, para a formação da ‘inteligência coletiva’” (p. 242), haja que, nesta plataforma, há a possibilidade de realização de textos de forma colaborativa, produzidos a partir da interação entre os participantes, o que proporciona um conteúdo crítico, construído de maneira ativa.

Para Peña (2012), as ferramentas Web 2.0 contribuem de maneira contumaz para o estímulo da IC, haja vista que a conectividade entre os indivíduos foi facilitada, sendo o ambiente propício à integração e a contribuições mútuas, estabelecendo, então, o desenvolvimento de habilidades interpessoais e trabalho em equipe, melhorando as habilidades individuais e de cada membro do grupo, tais como, a escuta, a participação, a liderança, o monitoramento, a responsabilidade, entre outras aptidões.

O emergir de uma inteligência coletiva deverá implicar numa alteração na forma como a sociedade interage com o Estado, influenciando o olhar das pessoas sobre a vida social e as questões urbanas. A partir da tomada de consciência e aquisição de habilidades no lidar como os meios de comunicação, a sociedade deverá reivindicar uma mudança na forma “como aprendemos, trabalhamos, participamos de políticos, etc” (JENKINS apud NEPOMUCENO, 2011, p. 39).

A partir dos entendimentos anteriormente dispostos, Levy (2003) evoca o emergir de uma inteligência coletiva, pois o saber será o ponto de união entre as pessoas, interligando-as em qualquer lugar do mundo. O estímulo à construção de uma inteligência coletiva dar-se-á mediante “instrumentos que favoreçam o desenvolvimento do laço social pelo aprendizado e pela troca do saber” (p. 110), levando a disposição de indivíduos em rede, interligados pelo ciberespaço.

A afinidade entre pessoas interessadas em construir conhecimento em rede leva à formação de comunidades virtuais de aprendizagem, definida por Carvalho et al. (2008) como sendo um “agrupamentos de pessoas que compartilham um objetivo educativo e constroem conhecimento a partir da interação e da colaboração em rede” (p. 7), tendo como características as (a) interações ativas, (b) aprendizagens colaborativas, (c) construções sociais de significados, (d) compartilhamento de recursos entre os alunos e (e) apoios e avaliações mútuos.

Nos apontamentos de Lobo e Maia (2015) podemos encontrar uma proposição de como as TICs podem ser trabalhadas para fins educacionais, principalmente nos cursos de engenharia. A explanação dá conta da inserção das ferramentas tecnológicas no planejamento didático, onde as informações são organizadas de forma aberta e flexível, porém bem estruturadas, para que os discentes possam fazer buscas orientadas, a fim de realizem tarefas com um melhor nível de compreensão.

A busca de informações na internet é realizada em duas perspectivas para a pesquisa escolar na rede. A primeira delas pressupõe investigar informações prontas, já consolidadas, ou partir para a procura de informações que remetam aos antecedentes estáveis, mas que se encontre em constantes transformações com base no incremento de novos fatos (LOBO & MAIA, 2015)

Atualmente, afora o uso das TICs por professores abnegados em motivar e melhorar a aprendizagem de seus alunos, o uso de computadores, na maioria das escolas de engenharia do Brasil, resume-se ao desenho auxiliado por computador e disciplinas que lidem com linguagens de programação.

Hoje em dia, já se encontra disponível na internet um grande número de possibilidades educacionais, sejam elas coletivas ou individuais. Pode-se citar jogos educativos, fóruns de discussão temáticos, ambientes virtuais de aprendizagens, simuladores, entre outras opções. Para cada uma dessas situações, podemos encontrar também diversos trabalhos que visam

discutir e apresentar as potencialidades de cada uma delas no ensino das engenharias, ciências e matemática.

Visando fornecer uma proposta que agregasse as benesses trazidas pelas TICs às atividades educacionais, foram desenvolvidas por Bernie Dodge, no ano de 1995, uma forma onde as informações são pesquisadas através de investigações orientadas na internet, denominadas WebQuests. Uma definição do método pode ser encontrada em Mainginski et al. (2012) como sendo “uma metodologia para organizar o processo de ensino utilizando recursos da internet, que auxilia os estudantes na construção do conhecimento em um ambiente de aprendizagem guiado” (p. 113).

Em nossas pesquisas, pudemos averiguar que a utilização de WebQuest no ensino das ciências já é objeto de estudo para professores brasileiros. Na dissertação de mestrado de Silva (2014), foram levantadas possibilidades e limitações para o uso de WebQuest no ensino de ciências, donde pode-se constatar que, apesar das dificuldades no manuseio das ferramentas tecnológicas, tanto por alunos como por professores, foram atingidos “dois dos níveis mais elevados cognitivos e desenvolveu nos/as estudantes a capacidade de analisar e sintetizar” (p. 98). Silva (2014), aponta também que, durante os trabalhos houve

“[...] integração (cooperação/colaboração) entre os/as estudantes, através de negociações de diálogos nos trabalhos; proporcionou que eles/as pudessem utilizar variadas fontes de informação, incentivou o uso de pesquisas, o trabalho em grupo, com motivação, e ainda aguçou a criatividade” (p. 98).

Estudo parecido fora realizado por Silva (2015), mas com o foco trazido para a especificidade do ensino da Física. As conclusões relatadas demonstram que, apesar do alto engajamento dos alunos na busca das informações e conseqüente aumento na motivação dos estudantes pela compreensão dos fenômenos físicos, não houve aumento significativo no acerto das questões após a realização da WebQuest, restando “dúvidas conceituais sobre o conteúdo abordado” (p. 70).

A partir da análise das dissertações acima descritas, percebe-se que as WebQuests suscitam características que remetem a metodologias de aprendizagem ativa e, também, denotaram elementos que são encontrados em uma Aprendizagem Baseada em Projetos. Contudo, tais características não foram investigadas, sendo, portanto, objetos de estudo desta dissertação.

O fato acima exposto levando-nos a concluir que as duas propostas podem ser integradas de forma eficaz a adaptação da WebQuest, por meio da incorporação de uma teoria de apreensão

do conhecimento, denominada Teoria da flexibilidade Cognitiva – TFC, fez nascer uma nova estratégia de aprendizagem, denominada FlexQuest.

4.1. Estratégia FlexQuest.

A TFC foi inicialmente elaborada por Rand Spiro, na companhia de alguns colaboradores, nos anos finais da década de 80, visando sanar as dificuldades que alunos de medicina tinham em compreender conceitos chaves e de não aplicar o conhecimento adquirido em situações de contextos diferentes. A TFC tem seus construtos teóricos ancorados nos pressupostos construtivistas.

A gênese da TFC se deu após averiguação aprofundada sobre um determinado caso, no qual estudavam-se os motivos que levavam um indivíduo a sofrer um ataque cardíaco, onde pôde constatar que, no referido estudo, os alunos de medicina, majoritariamente, tinham dificuldades em compreender conceitos chaves, exageravam na simplificação no momento do entendimento desses conceitos e, por fim, não conseguiam aplicar o conhecimento adquirido em situações de contextos diferentes (CARVALHO, 1998).

Para auxiliar a compreensão, Spiro e sua equipe propuseram que a apreensão do conhecimento se dava em níveis: conhecimentos de nível introdutório, de nível avançado e de nível especialização, admitindo que o nível avançado se posiciona entre o introdutório e o de especialização. Desde então, explicitou preocupação com a aquisição de conhecimentos no nível avançado, onde pontua a necessidade de uma averiguação profunda dos conteúdos para que estes conhecimentos sejam aplicados de forma flexível em diversas situações (REZENDE & COLA, 2004).

Haja vista a complexidade inerente à realização de atividades que visem a apreensão de conteúdos e sua posterior retomada em outros contextos de aplicação, a Teoria da Flexibilidade Cognitiva procurou fomentar entendimentos que dote, através do trabalho com analogias, a capacidade de aplicar esses conhecimentos, em diversas situações, de forma flexível.

A organização dos pressupostos da TFC tem como base a obra de Ludwig Wittgenstein (1987), *Investigações Filosóficas*, inspirados na metáfora das travessias da paisagem em várias direções. Dessa forma, as informações, aqui entendidas como de domínio complexo e pouco estruturado, são empregadas de acordo com o contexto em discussão (LEÃO, NERI DE SOUZA e MOREIRA, 2011). A operacionalização da Teoria da Flexibilidade Cognitiva é admitida através da proposição de casos que podem ser uma “uma sequência de um filme, um capítulo de livro, ou um acontecimento” (CARVALHO, 1998, p. 174).

Visando construir os casos de maneira profunda, propõe-se que sejam divididos em minicasos, permitindo que sejam observados os conteúdos menos aparentes de maneira elucidativa e crítica. A flexibilidade, ou seja, o transpasso em várias paisagens, se configura na medida em que se encontram possibilidades de utilização de um conhecimento que seja aplicável em vários minicasos, resultados do processo de desdobramento de um determinado problema proposto.

No intuito de uma materialização real para os entendimentos sobre TFC, o professor Marcelo Leão e os demais colaboradores vêm, ao longo do tempo, trabalhando em uma proposta que utiliza as benesses das tecnologias de informação e de comunicação (TIC) no intuito de orientar e organizar as ações dos docentes na construção dos casos e minicasos pertinentes à TFC.

Calcados nos pressupostos da Flexibilidade Cognitiva, e com a intensão de operacionalizar à construção dos casos e minicasos em um ambiente virtual, Prof. Marcelo Leão e equipe debruçam-se no desenvolvimento de uma estratégia nomeada FlexQuest. Tal estratégia visa ofertar a professores e alunos uma forma de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, levando, assim, a construção do conhecimento. A primeira geração da estratégia fora concebida em 2006 a partir da integração entre a TFC e as WebQuests.

A fusão entre os entendimentos teóricos sobre a TFC e as WebQuests deu origem a uma nova forma de organizar o processo de ensino e aprendizagem denominada Estratégia FlexQuest. A dinâmica baseia-se na construção de casos e minicasos, aos moldes da TFC, através da elaboração dos atributos críticos sugeridos por Dodge (1997), e que foram descritos por Leão e Veras (2007) como sendo: I) a explanação do cenário no item introdução, II) uma tarefa viável, III) recursos e informações para a consumação da tarefa, IV) descrição do processo para realização da atividade, V) guia para organização das informações e por fim VI) a conclusão.

A versão inicial da estratégia, nomeada FlexQuest de Primeira Geração, foi objetivo de estudos de vários pesquisadores (ALEIXO, LEÃO & NERI DE SOUZA, 2008; LEÃO, NERI DE SOUZA & MOREIRA, 2011; LEÃO, LINS, MELO & QUEIROZ, 2013; VASCONCELOS, 2016; SILVA & CLEOPHAS, 2017), onde puderam ser constatados diversos avanços, seja na promoção de um ensino mais contextualizado, ou em uma melhor apreensão dos conteúdos abarcados.

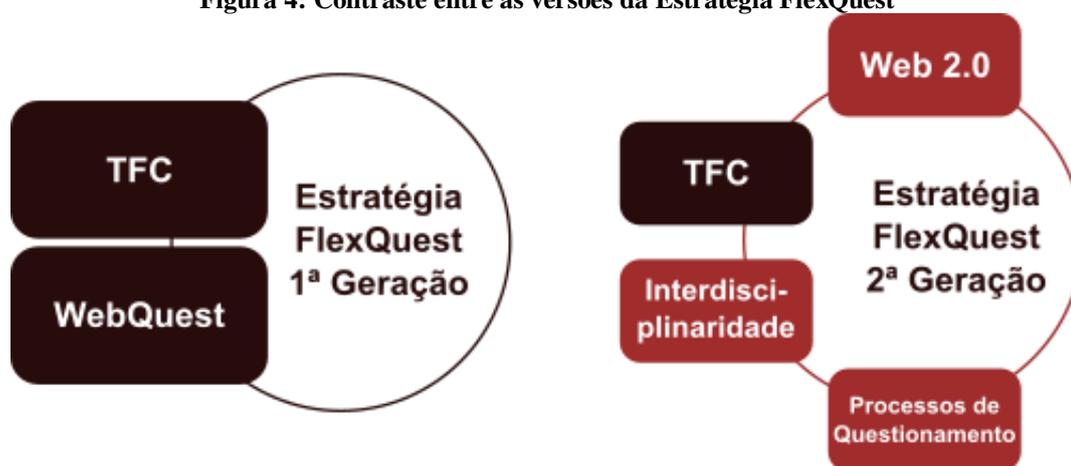
No entanto, apesar dos avanços observados na aplicação da estratégia, foram identificadas algumas dificuldades, de cunho teórico-metodológico, técnico e de informática, como também didático-pedagógicas, o que estimulou o grupo Semente⁷ a continuar suas pesquisas, agora, sob um novo foco, que seria a construção da segunda geração da estratégia FlexQuest.

As transformações mostram que essa estratégia está preparada para acompanhar os avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), se adequando aos elementos fundamentais da web 2.0, tais como a troca de saberes por meio da colaboração e cooperação.

O trabalho de tese defendido por Silva (2016) revela que a flexibilidade cognitiva é parte estruturante da FlexQuest de segunda geração, contudo tal flexibilização cognitiva não tem como cerne a TFC e sim, um forte apelo em uma abordagem interdisciplinar como elemento basilar para promover a construção de distintos conhecimentos em nível avançado. De um modo geral, seguindo as pesquisas de Silva, Leão e Neri de Souza (2015), a FlexQuest de segunda geração deve, necessariamente, conter atributos teórico-metodológicos que possibilitem uma adoção de ferramentas de caráter Web 2.0, uma abordagem interdisciplinar, os processos de questionamento e provocar a flexibilidade cognitiva.

Para Silva et al. (2015), a estratégia didática em questão visa suscitar aspectos condizentes com o apregoado para o ensino de ciências da atualidade onde, através da utilização de ferramentas Web 2.0, espera-se emergir (1) a flexibilidade cognitiva, (2) a interdisciplinaridade e (3) os processos de questionamento. O contraste entre as duas versões da FlexQuest está ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Contraste entre as versões da Estratégia FlexQuest



Fonte: Elaborado pelos autores

⁷ Sistema para Elaboração de Materiais Educacionais com o uso de Novas Tecnologias – SEMENTE, grupo de pesquisa vinculado ao Departamento de Química - UFRPE

4.1.1 Atualidades sobre Flexibilidade Cognitiva

É parte intrínseca das atividades desenvolvidas na engenharia o uso de seus conhecimentos em diferentes contextos, visando, assim, a solução de problemas que possam resultar em benesses para a sociedade e o ambiente. A mobilização desses conhecimentos é o cerne do processo formativo do engenheiro, estando, deste modo, a profissão naturalmente atrelada a termos como inovação e criatividade.

Para Cañas et al. (2003), a definição da Flexibilidade Cognitiva é admitida como uma habilidade cognitiva, sendo descrita como “a capacidade humana de adaptar as estratégias de processamento cognitivo para enfrentar condições novas e inesperadas no meio ambiente” (p. 296). Em estudos posteriores, Cañas et al. (2006) apontam aproximações entre a TFC e a Flexibilidade Cognitiva.

Em apontamentos posteriores, os elementos constituintes da Teoria da Flexibilidade Cognitiva são discutidos por Vasconcelos e Leão (2012), culminando no anúncio de um conjunto de características que nortearão a elaboração de projetos baseados na estratégia FlexQuest, que são:

“I. Cruzamento de paisagens conceituais; II. Domínios de conhecimento de estruturação holístico-integrativa (pouco estruturados); III. Aprendizagem avançada e complexidade conceitual; IV. Estruturação em casos e em mini-casos; V. Flexibilidade em oposição à rigidez cognitiva; VI. Enviezos redutores ou concepções alternativas; VII. Metáforas e analogias; VIII. Repetição não replicada do conhecimento; IX. Hipertextos/Hipermedia de Flexibilidade Cognitiva; X. Ensino e aprendizagem de acesso aleatório” (p.40).

Apontadas as características da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, pode-se compreender que a construção do conhecimento se dá a partir da divisão de um tema em casos e minicasos (processos de multifacetamento), proporcionando a aplicabilidade dos conteúdos apreendidos em diversos cenários diferentes.

Guerra et al. (2010) nos lembra que essa definição nos apresenta três princípios fundamentais, onde

(I) A flexibilidade cognitiva é uma competência que implica um processo de aprendizagem; (II) Envolve a adaptação do conhecimento às transformações ambientais; (III) Essa adaptação será feita para novas situações que saíam da rotina habitual do indivíduo. (GUERRA, 2010, p. 02).

No entanto, Silva et al. (2015), ao definirem que a reformulação da estratégia preservará o estudo dos casos e minicasos e, conseqüentemente, da TFC, propuseram que os entendimentos ficassem abarcados nas postulações de Guerra, Candeias e Pietro (2014). Para os autores, a

Flexibilidade Cognitiva se manifesta em três dimensões que “envolvem atenção (para selecionar, filtrar, integrar), representação (desconstrução e reconstrução das informações) e resposta (decisão e execução)” (SILVA, 2016, p. 92).

Segundo Guerra et al. (2014), o conceito de Flexibilidade Cognitiva esteve por muito tempo associado ao conceito de criatividade. Os autores apresentam, então, essas diversas aproximações como sendo o produto entre a propensão em gerar um grande número de ideias e a capacidade de encontrar similitudes entre estas para a solução de problemas. No mesmo texto, os autores verificam que, também recentemente, esses conceitos (flexibilidade cognitiva e comportamento criativo) voltaram a se aproximar, como forma de justificar a criação de ideias novas e originais.

A Flexibilidade Cognitiva faz parte de um conjunto de habilidades, denominado Funções Executivas, necessárias para realização de diversas atividades que demandem planejamento prévio e monitoramento, tendo como objetivo o controle dos pensamentos, das ações e das emoções. As outras funções executivas são a **memória de trabalho** (capacidade de manter a informação na mente) e o **controle inibitório** (também chamado de autocontrole).

Em um relatório, do ano de 2016, elaborado pelo Fórum Econômico Mundial (WEF), foram discutidos o futuro dos empregos no mundo no momento em que atravessamos a Quarta Revolução Industrial. São apontadas nesse material algumas estratégias de empregabilidade, habilidades e forças de trabalho para atender as demandas dos novos tempos.

No material supracitado, a definição de Flexibilidade Cognitiva é entendida como sendo “a capacidade de gerar ou usar diferentes conjuntos de regras para combinar ou agrupar coisas de diferentes maneiras” (WEF, 2016, p. 52). Ao apontar o emergir de empregos na área de Arquitetura e Engenharia, destaca-se a proposição da Flexibilidade Cognitiva como sendo uma das principais habilidades a serem desenvolvidas pelos profissionais visando trabalhos na próxima década (2020).

O estudo da Flexibilidade Cognitiva, a partir da sua compreensão pela parcela da psicologia que se volta a cognição (neuropsicologia cognitiva), é apresentado em várias pesquisas na área de educação, sendo frequentemente utilizada na oportunidade da investigação em atividades mediadas por computador, em especial hipermídias. As primeiras observações remontam os estudos do próprio Spiro, ganhando diversas contribuições ao longo do tempo.

Para Pedro e Moreira (2000), ambientes hipertextos são boas ferramentas para a promoção da flexibilidade cognitiva em domínios pouco estruturados, apontando uma mudança

paradigmática na prática docente, onde o trabalho em hipertextos deve tornar o professor “um facilitador de aprendizagens, um mediador de saberes” (p. 33). Para Nardin, Fruet e Bastos (2009), o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva é estimulado “por meio da integração de diferentes mídias (linguagens)” (p. 6).

Ao estudarem as formas de manifestação da flexibilidade cognitiva em ambientes virtuais de aprendizagem, Silva e Dotta (2018) concluíram que a flexibilização do pensamento contribui para a apreensão do conhecimento, possibilitando ao estudante melhor compreender as diversas formas de expressão na matemática, seja na forma de gráficos, diagramas ou esquemas, a partir da utilização de ferramentas tecnológicas para a sua construção.

De maneira complementar, Vidmar, Bastos e Abegg (2014) realizaram estudo no intuito de investigar a manifestação da flexibilidade cognitiva em estudantes de licenciatura em Física, donde puderam concluir que a forma tradicional de ensino, de forma expositiva e tendo como recurso didático apenas o livro didático, denotam um baixo desenvolvimento desta função executora, o que pode vir a ser estimulado com o uso de hipermídias educacionais.

4.1.2 Interdisciplinaridade

Vários são os autores que apresentam a questão da interdisciplinaridade como fundamental na proposição do ensino em qualquer área do conhecimento. Aqui, entenderemos interdisciplinaridade como “um método de pesquisa e de ensino suscetível de fazer com que duas ou mais disciplinas interajam entre si. Esta interação pode ir da simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos, da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização da pesquisa”. (JAPIASSU & MARCONDES, 2001).

Para o caso específico no ensino de engenharia, a interdisciplinaridade vem sendo bastante discutida e sugerida. Para diversos pesquisadores (LODER, 2012; SILVEIRA, 2005), é através da interdisciplinaridade que a engenharia formatará visões para a compreensão de problemas cada vez mais complexos. A possibilidade de adaptação dos conceitos em diversos contextos, desenvolvido a partir dos pressupostos da Flexibilidade Cognitiva, deverá contribuir para a aplicação do conhecimento na busca de soluções para problemas complexos.

Consta nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em engenharia, a consolidação de competências e habilidades que sugerem o uso da interdisciplinaridade nas salas de aula, através da atuação dos engenheiros em equipes multidisciplinares, como também compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais

e avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental (BRASIL, 2002a).

No livro de SILVEIRA (2005) intitulado “A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional” é discutida a necessidade da apropriação dos entendimentos sobre interdisciplinaridade, tanto pelas instituições de ensino como professores e estudantes, haja vista a solicitação advinda do mercado para a imersão de um viés interdisciplinar nos currículos, fato já recomendado, inclusive em vários estudos da Associação Brasileira para o Ensino da Engenharia (ABENGE).

A partir do exposto, surge a necessidade de investigar a produção acadêmica dos professores em engenharia, como foco na promoção de um ensino interdisciplinar. Para tal, foi realizada uma pesquisa nas últimas edições da Revista Brasileira do Ensino de Engenharia, entre os anos de 2013 e 2017, cujas edições foram publicadas semestralmente. Em média são divulgados oito trabalhos por edição, totalizando assim setenta e dois artigos analisados.

A tabela a seguir apresenta o quantitativo de trabalhos que possuem o termo “interdisciplinaridade” dentro do espectro das palavras-chaves analisado.

Tabela 1 – Investigação sobre interdisciplinaridade na Revista Brasileira do Ensino de Engenharia entre 2013 e 2017

Ano de publicação	Quantidade de Trabalhos
2013	1
2014	1
2015	5
2016	4
2017	1
TOTAL	12

Fonte: Elaborado pelos autores

Para balizar as análises, os artigos encontrados foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo, contendo 7 (sete) trabalhos, visava investigar como a prática docente promoveu um processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de modo interdisciplinar, ou seja, a interdisciplinaridade foi uma consequência. Já o segundo grupo, onde foram analisados 5 (cinco) artigos, realizou proposições que pudessem ter como resultado a interdisciplinaridade. Assim, verificou-se a preocupação com a pesquisa em ensino da engenharia, currículo, a

promoção de atividades interdisciplinares e com o estímulo de diferentes habilidades e competências.

Os estudos de Santos (2015) propõem que “a abordagem interdisciplinar está diretamente relacionada com a proposta da FlexQuest®” (p. 407). Dessa maneira é possível visualizar a FlexQuest enquanto facilitadora de atividades que integrem a interdisciplinaridade nas atividades de ensino, possibilitando, através do ambiente web, a pesquisa e investigação de um tema a partir de diversos contextos.

4.1.3 Sobre Processos de Questionamento

Para fomentar nossos entendimentos sobre processos de questionamentos, visitamos a obra de Demo (1997). Ao iniciar as discussões sobre o assunto, o autor supracitado traz que um dos pressupostos para a Educação pela Pesquisa é “o reconhecimento de que o questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política é o cerne do processo de pesquisa” (p. 5).

Ao criticar a repetição, e o adestramento, comuns ao modelo tradicional de ensino, pontua que é através do estímulo ao questionamento – admitido com algo natural do ser humano, desde a infância – que uma nova perspectiva educacional possa vir a ser desenvolvida. Porém, adverte para a necessidade de que as indagações possam fazer o indivíduo situar-se no contexto de sua formação histórica, sendo inclusive capaz de intervir na realidade em geral, estimulando a tomada de consciência e a crítica dessa realidade.

O termo reconstrutivo emerge, então, a partir do momento em que o sujeito competente (aquele capaz de) toma consciência através da descoberta crítica de um entendimento recente, estando agora o indivíduo capacitado à formulação e execução de um novo projeto de vida, situado dentro do seu contexto histórico. A esse movimento de indagação-redescoberta-intervenção leva-se a um novo conhecimento que se apresenta renovado, autêntico e fundamentado, denominando-se, assim, de questionamento reconstrutivo.

Uma das formas de emergir os estudantes em um conteúdo é fornecendo a possibilidade de eles formularem e responderem perguntas, tanto para si como para um grupo, seja de forma presencial ou em fóruns de discussão na internet. Na oportunidade de refletir sobre a aprendizagem ativa, Neri de Souza (2009) apontou para a necessidade dos alunos também se portarem enquanto questionadores ativos do seu processo de aprendizagem a fim de favorecer a compreensão dos conteúdos, como também aumentar o interesse e o envolvimento nas atividades.

Em outro trabalho, Neri de Souza e Moreira (2010) observaram que os questionamentos partem, de forma frequente, dos professores, sendo perceptível a falta de tempo para a resposta dos alunos. Desta forma, ao possibilitar processos de questionamento aos estudantes, novos perfis de perguntas são possibilitados, onde percebeu que os níveis das perguntas em fóruns de discussões tiveram maior nível cognitivo, haja vista o empenho do professor em refinar essas indagações.

No cotidiano profissional, o engenheiro se depara com problemas que interferem diretamente na vida das pessoas, pois promovem mudanças pautadas nas dimensões ambientais, políticas, econômicas e sociais da realidade dos sujeitos. Formar um engenheiro capaz de questionar e questionar-se, sabedor da relação de suas decisões, em um contexto holístico, pressupõe a inclusão dos processos de questionamento reconstrutivo em seu cotidiano, seja escolar ou laboral.

Dym et al. (2010) compreende o projeto como um processo de questionamento. Para os autores, “a primeira tarefa do projetista é esclarecer o que o cliente quer para poder transformar esse desejo em objetivos (metas) e restrições (limites) significativos” (DYM et al. 2010, p. 42), pontuando que durante o processo várias são as indagações, visando construir uma sequência de tarefas para a elaboração e confecção do produto final de projeto.

Vale destacar que, em Dym et al. (2010), está exposto que a grande quantidade de questões que são feitas durante o projeto pode ser respondida durante a execução das tarefas, a partir do conhecimento sobre leis da física e a consequente aplicação de modelos matemáticos. No entanto, aspectos de segurança, cor, aplicação no mercado, *design* e estética não são definidos a partir de equações, levando o projetista a buscar conhecimentos outros para que essas questões possam ser solucionadas.

4.2. Plataforma FlexQuest.

Toda a conceituação teórica descrita, enfim, fora materializada em uma plataforma na web que se destina a tornar factível, por meio da internet, a construção dos casos, os minicasos e as tarefas propostas. Em um artigo publicado em 2013, Leão e colaboradores definem a plataforma FlexQuest, como sendo:

“[...] um ambiente virtual que está sendo desenvolvido pelo grupo de pesquisa SEMENTE/UFRPE, que busca facilitar a construção e compartilhamento de projetos didáticos com os princípios da estratégia FlexQuest a partir de *templates*, previamente elaborados e disponíveis para o professor” (p. 673).

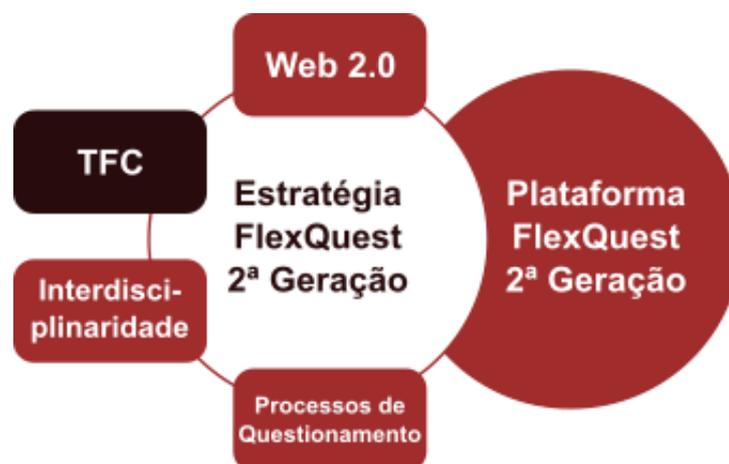
Ressaltamos que o princípio de busca por ocasiões que possam servir à construção dos casos e minicasos devem advir de situações reais discutidas na internet, Vasconcelos e Leão, (2012) pontuam que as FlexQuests de Primeira Geração apresentam uma organização bastante assemelhada com as WebQuests, “tendo a incorporação dos minicasos nos ‘Recursos’ e os links nos ‘Processos’ (p. 41), constando, então, as funcionalidades Introdução, Orientações, Recursos, Processos, Tarefas, Avaliações e Conclusões.

A Plataforma FlexQuest é uma consequência dos pressupostos da Estratégia FlexQuest, ou seja, a partir dos entendimentos da TFC e das WebQuests, fora elaborada uma estratégia de ensino que, para sua melhor operacionalização, optou-se por construir uma ferramenta *web* capa de estruturar virtualmente as etapas propostas na estratégia de forma dinâmica e interativa.

Conforme fora discutido em tópicos anteriores deste capítulo, as FlexQuests de 1ª Geração passaram por uma reformulação no que tange a uma atualização tecnológica, onde são incorporados elementos da Web 2.0, como também recebe contribuições teóricas sobre interdisciplinaridade, processos de questionamento e novas formas de compreensão sobre a Flexibilidade Cognitiva.

Nesse sentido, as FlexQuests de segunda geração podem torna-se uma estratégia que estimulem debates que fomentem questionamentos, haja vista a possibilidade de construção de cenários de pesquisa e a proposição do uso dos conhecimentos em diversos contextos. Na Figura 5 está disposto o fluxo de como se deu a elaboração das novas Plataformas FlexQuests.

Figura 5: Layout atual das FlexQuests de 2ª Geração

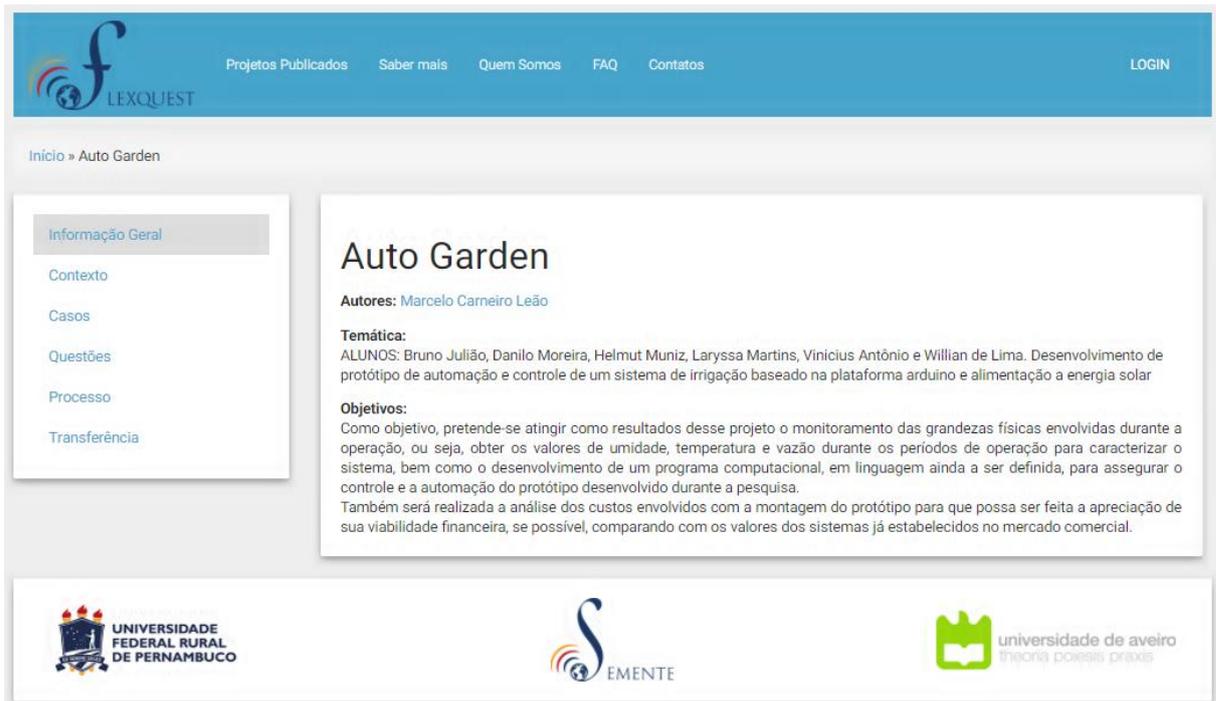


Fonte: Elaborado pelos autores

Mediante o aglutinar de esforços entre a equipe de pesquisadores em FlexQuest do grupo Semente (sob a coordenação do Prof. Marcelo Leão) e a Universidade de Aveiro em

Portugal, foi desenvolvida uma nova plataforma contemplando todo acúmulo teórico produzido até o momento, inserindo assim melhorias no condizente a aspectos estéticos e de *design*, estando em consonância com o que há de mais moderno em plataformas de domínio público destinadas a facilitar o processo de ensino e aprendizagem com apoio da internet. A figura abaixo ilustra a tela inicial de um dos projetos já publicados.

Figura 6: Tela inicial da Plataforma FlexQuest



Fonte: Acervo dos autores

Cada um dos itens constantes no menu da ferramenta possui uma funcionalidade específica no que diz respeito a facilitar o processo de construção do conhecimento. A partir dos entendimentos propostos por Silva e colaboradores (2015) fora construído o Quadro 2 abaixo, constando de uma explanação sobre essas funções.

Quadro 2 – Menu de funções das FlexQuests

Item do Menu	Funcionalidade
Informação Geral	Ficha contendo nome do autor, temática e objetivos propostos
Contexto	Situação-problema, de onde emergirão os questionamentos e a construção dos casos e minicasos
Casos	São circunstâncias oriundas da situação-problema, baseadas na realidade, que visam explorar os temas envolvidos no contexto, podendo ser um texto, áudio, figura ou vídeo. A partir dos casos, constroem-se os minicasos, responsáveis por buscar compreender cada particularidade dos casos sugeridos

Questões	“Servirão de guia para os utilizadores explorarem e atingirem os objetivos do projeto, além de estimular o pensamento crítico” (p. 409)
Processos	Sequências especiais que visam estabilizar a formação de conceitos científicos pelo utilizador, através da visita aos casos e minicasos explorados, como também a utilização desses conceitos em outros contextos.
Transferência	Formalização de construção de todas as etapas da FlexQuest, resultando no produto final a ser entregue

Fonte: Santos et al., 2015.

Faz-se necessário aqui tecer argumentos para que possamos expor nossos entendimentos no que diz respeito à diferenciação entre o que vêm a ser estratégia e plataforma FlexQuest. A estratégia diz respeito aos fundamentos teóricos e a consequente organização do processo de ensino e aprendizagem. É importante ressaltar que a Estratégia FlexQuest pode ser utilizada por professores e alunos, sem que para isso seja obrigatório um ambiente na *web* dedicado exclusivamente para a elaboração das etapas propostas. Através do Quadro 3 pode-se visualizar diferenças entre a estratégia e a plataforma FlexQuest.

Quadro 3 – Contraste entre Estratégia e Plataforma FlexQuest

FlexQuest	Estratégia	Plataforma
Aplicabilidade	Teórica/metodológica	Prática
Elementos constituintes	TFC, Processos de questionamentos, fundamentos de Web 2.0, Interdisciplinaridade	Informações gerais, contexto, casos, questões, processos e transferência
Ambiente de usabilidade	Abstrato	Virtual

Fonte: Elaborado pelos autores

No capítulo anterior fora discutida a aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem, onde pontuou-se características como o fato do estudante aprender fazendo, em um ambiente real, a partir de situações encontradas no cotidiano. Como nessa perspectiva, o estudante passa a ser o condutor das atividades, espera-se que essa conjuntura possa favorecer a utilização das FlexQuests enquanto intermediadoras da construção do conhecimento pelos próprios alunos.

Em um recente trabalho, Cirilo et al. (2017) aponta que há tanto viabilidade como complementaridade na integração entre a ABP e as FlexQuests, haja visto que os trabalhos se dão em um ambiente Web 2.0, promovendo, assim, processos de questionamento e inteligência coletiva, como também o entrelace entre as características das duas proposições, pois compreendemos que os processos para construção e reconstrução de conceitos tomam

pressupostos cognitivos a partir da flexibilização do conceito em dimensões consonantes, inclusive, com o cotidiano profissional da engenharia.

Acreditamos que a Aprendizagem Baseada em Projetos, consegue por meio do aporte da plataforma FlexQuest, promover distintas aprendizagens. As convergências podem ser facilmente detectadas ao explicar os cinco princípios da ABP, ou seja, a proposição orientada de um problema; a organização do projeto; a integração entre a teoria e a prática; a autonomia dos estudantes na tomada das decisões do projeto; e o estímulo ao trabalho em grupo.

É importante mais uma vez apontar que, a culminância dos trabalhos em ABP se dá através da apresentação de um produto, seja ele um protótipo, um relatório, ou algo similar. Logo, a junção da plataforma FlexQuest com o ABP, em um meio educacional pautado em práticas interdisciplinares, contribui para que os sujeitos adquiram uma visão mais integrada da realidade ao ter acesso a um ensino que rompa com a fragmentação de conhecimentos distintos sobre temas científicos, tecnológicos e ambientais, promovendo, assim, a flexibilidade cognitiva perante a resolução de problemas de diferentes domínios cognitivos.

CAPÍTULO 5 – METODOLOGIA

Nossa pesquisa propõe-se a fazer uma integração entre a FlexQuest e a Abordagem Baseada em Projetos (ABP), visando a construção e consolidação de aprendizagem sobre conceitos científicos e tecnológicos, desenvolvidos por meio de uma Sequência Didática (SD) destinada a alunos em cursos de engenharia. Vale destacar que a proposição de novas propostas educacionais aplicadas em cursos de engenharia apresenta potencial e ainda são, relativamente, pouco pesquisadas nesses cursos.

A escolha da metodologia de uma pesquisa é uma constituinte basilar para êxito da mesma. Acreditamos que tal escolha deve ser realizada por meio de um diálogo transversal entre o referencial teórico adotado, as questões de investigação que norteiam a pesquisa e os objetivos traçados para respondê-las.

Para a estruturação da metodologia presente neste trabalho, pudemos, em capítulos anteriores, levantar os problemas de pesquisa e apontar os objetivos de investigação a partir dos referenciais teóricos discutidos. A partir de então será esclarecida a nossa proposta metodológica, onde serão apresentados a sequência didática trabalhada com os estudantes a partir do modelo de Dym et al. (2010), os instrumentos de coleta de dados e as respectivas análises por meio do estabelecimento de categorias através de um poderoso *software* para análises qualitativas chamado NVivo.

5.1. Tipo e natureza da pesquisa

Esta dissertação fora desenvolvida a partir do conceito de pesquisa exploratória desenvolvido por Doxey & de Riz (2002-2003), pois essas tipologias “buscam uma aproximação com o fenômeno, pelo levantamento de informações que o poderão levar o pesquisador a conhecer mais a seu respeito” (p. 25).

Na compreensão dos autores deste trabalho, o conjunto de características encontradas na elaboração e aplicação da SD o torna uma excepcionalidade, um evento sobressalente passível de estudo. A compreensão mais aprofundada dessas situações nos levam a definir os estudos de caso como método de pesquisa deste trabalho, haja vista que, para Stake (2000, apud Alves-Mazzoti, 2006) “um caso é uma unidade específica, um sistema delimitado cujas partes são integradas” (p. 641).

Os estudos de casos são definidos por Yin (2010) como sendo “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de

vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes” (p. 39). Para Stake (1998), há três modalidades em função do propósito dos estudos de caso. O primeiro deles tem como foco a compreensão particular do caso, denominado estudo *intrínseco de casos*, tendo sua abrangência ampliada no *estudo coletivo de casos*, onde serão analisados um conjunto de casos, configurando a segunda modalidade de estudo de casos proposta.

A caracterização deste estudo está fundamentada de acordo com o *estudo instrumental de casos*, terceira modalidade proposta por Stake (1998). Nessa, “o caso particular é analisado para obter maior compreensão sobre uma temática ou refinar uma teoria” (ESTEBAN, 2010, p. 182). Nossa proposta de organização e condução de estudos de casos fora realizada de acordo com Malheiros (2011), onde inicialmente o problema de pesquisa fora definido na forma de um caso, sendo posteriormente estruturados os instrumentos de coleta e análise de dados, visando a construção de um relatório final com as conclusões encontradas.

Um contraponto ao positivismo presente nas tradições qualitativas, e, conseqüentemente, a forma de como a ciência é enxergada por esse viés epistemológico, pesquisadores de áreas sociais desenvolveram investigação de cunho qualitativo, em relação aos procedimentos metodológicos adotados. Em Esteban (2010) pode-se compreender a pesquisa qualitativa como sendo:

“[...] uma atividade sistemática orientada à compreensão em profundidade de fenômenos educativos e sociais, à transformação de práticas e cenários socioeducativos, à tomada de decisões e também ao descobrimento e desenvolvimento de um corpo organizado de conhecimentos” (p. 127).

As principais características de uma pesquisa qualitativa foram descritas por Godoy (1996, apud Malheiros, 2011) a partir da forma como os dados são coletados, tratados e analisados. Em suma, a coleta de dados se dá em um ambiente natural; os fatos devem ser fortemente descritos; orientando as análises para o significado que as pessoas dão aos fenômenos a partir de um enfoque indutivo.

Porém, concordamos com Kirschbaum (2013) no momento em que ele pontua sobre a escolha entre os enfoques qualitativo e quantitativo, afirmando que as opções ficam “subordinada à discussão entre paradigmas de construção de conhecimento nas ciências sociais, levando frequentemente a dogmatismos” (p. 179). Em Minayo (2001) encontramos também que a diferença entre essas abordagens decorre, basicamente, de suas naturezas:

“Enquanto cientistas sociais que trabalham com estatística apreendem dos fenômenos apenas a região "visível, ecológica, morfológica e concreta", a abordagem qualitativa

aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas” (p. 22).

Concordamos, agora, com os apontamentos de Minayo (2001), ao revelar que os dados, então expressos em quantidades numéricas, não configuram por imediato uma abordagem quantitativa, pois não há uma oposição entre os enfoques e sim, uma complementaridade, sem que haja, então, uma dicotomia.

5.2. Amostragem

Conforme fora dito na fase introdutória desta pesquisa, observamos como as FlexQuests contribuíram para a construção de conceitos científicos e tecnológicos, em uma Sequência Didática (SD) baseada nas características da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). A sequência didática observada neste estudo foi aplicada durante o primeiro semestre de 2017, em uma turma de Tópicos de Engenharia Elétrica 1, disciplina do primeiro período do curso de Engenharia Elétrica na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho – UACSA, contendo aproximadamente 60 (sessenta) estudantes.

5.3. Técnica de coleta dos dados

Visando aprofundar as leituras, foram realizadas buscas eletrônicas que trouxessem aportes teóricos necessários a uma melhor interpretação dos dados que seriam posteriormente colhidos. De forma majoritária, essas buscas foram efetuadas diretamente dos Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br>), onde foram baixados centenas de materiais. Em alguns poucos casos (comparados a quantidade de materiais em formato exclusivamente virtual), um exemplar físico da fonte desejada fora adquirido.

Os dados foram coletados no percorrer da SD em questão, tendo sido organizada a partir das etapas de elaboração de projetos propostas por Dym et al. (2010). Para os autores da proposta, os projetos podem ser elaborados a partir de um fluxo, de acordo com a estrutura a seguir:

Figura 7: Fluxo de etapas da ABP



Fonte: Extraída de (Dym et. al., 2010, p. 47).

Nossa interpretação do fluxo acima descrito será iniciada pela dinâmica entre a *declaração do problema* pelo professor e sua consequente transformação em um *problema de engenharia* (definição do problema). As solicitações elaboradas pelo professor configuram um problema a ser resolvido, onde se faz necessário processos de questionamento e interpretação das respostas, visando dotar o problema de uma linguagem específica da engenharia. Nesse caso, foram realizadas seções onde os alunos pudessem discutir os aportes teóricos que viessem a contribuir com o encontro de uma solução, como também o estabelecimento de objetivos e definições de projeto.

Esse momento é de suma importância para o desenvolvimento do projeto, haja vista que é no nascimento das soluções que serão explorados os conteúdos, como também é o momento oportuno de serem avaliadas diversas soluções, pois, a partir do avanço nas etapas do projeto, diminuem-se as possibilidades de alterações significativas. É nessa fase também que os projetos devem levar o grupo a formatar uma lista de restrições para que a solução encontrada não venha a ter funções desnecessárias (DYM et al, 2010).

Com o discernimento de qual problema será resolvido, chega-se ao momento onde a solução começa a ser construída, sob a tutela de um *projeto conceitual*. Ao possuir os objetivos e restrições, podem ser construídas as funções e requisitos do produto a ser desenvolvido, como

também são geradas alternativas de projeto, promovendo um ambiente propício a discussões e posterior tomada de decisões sobre a escolha de um projeto.

Após a chegada de um consenso sobre a solução a ser construída, o grupo parte para a elaboração inicial de um produto, apresentado no fluxo como *projeto preliminar*, oportunidade na qual os conhecidos começam a ser aplicados de forma prática, levando os estudantes aos testes, às simulações, à modelagem e à construção do produto. A esse momento enriquecedor, seja na mobilização dos conteúdos estudados, como na aplicação dos mesmo em uma situação real, atribui-se a confecções dos *protótipos*, definido por DYM et al. (2010) como sendo as “primeiras formas em escala natural e normalmente funcional de um novo tipo ou projeto de uma construção” (p. 185).

A fase correspondente ao *projeto detalhado* pode ser compreendida como o momento onde, realizados os testes e simulações, os estudantes se voltam para a os ajustes finais de projetos, como também passam a ter em mente critérios estéticos, de design e de comunicação das soluções encontradas e construídas. Faz-se necessário, então, fornecer um *feedback* de toda a experiência e das informações elaboradas para o requerente.

Preparar a *comunicação do projeto* demanda que o grupo, enfim, organize as informações no intuito de mostrá-las ao requerente, sendo necessária a descrição do processo do projeto, a entrega de desenhos e detalhes do produto, como também as especificações para um processo de fabricação (DYM et al., 2010). Há de se pensar, nessa fase, numa melhor forma de fazer a *documentação final* e apresentação do produto, levando-se em consideração a especificidade de público ao qual serão direcionadas essas explicações.

Conforme dito anteriormente, a primeira etapa da SD é a declaração do problema. Nesta, há a proposição de um problema feita pelo professor, onde explicações são realizadas para que sejam esclarecidas quaisquer dúvidas em relação ao enunciado, como também são iniciados os debates sobre quais conhecimentos devem ser empregados para que se construa uma possível solução. O problema enunciado está transcrito no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 – Declaração do Problema

Declaração do Problema:

A Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, conforme o nome já sugere, nasceu pela necessidade de se estudar o trabalho e o trabalhador do campo. Nos seus mais de cem anos de existência, contribuiu valorosamente na disseminação de conhecimentos que viessem a dotar o campo de métodos e técnicas que permitissem o aumento da produtividade no meio rural, sempre contextualizado a questões éticas, sociais, políticas, econômicas e ambientais.

A partir de 2014, a UFRPE conta com uma unidade de engenharias. E nada mais pode ser tão simbólico, do que a utilização da tecnologia desenvolvida por nossos alunos e professores na promoção de sistemas inteligentes alocados no meio rural.

Nesta proposta, os alunos do 1º Período de Engenharia Elétrica da UACSA em 2017.1 terão a missão de elaborar um sistema de irrigação inteligente⁸.

Fonte: Material do professor aplicador da SD

A partir desse momento, a turma foi dividida em grupos com até 6 integrantes, onde fora solicitada a criação de um nome e um logotipo para a equipe. Após a nova organização da sala de aula, já com os grupos formados, os alunos foram apresentados a Plataforma FlexQuest, elucidando questões de acesso ao site onde a plataforma está hospedada, mostrando suas funcionalidades e formas de usabilidade.

Aqui apontamos uma característica pioneira na formulação de FlexQuest: nesta sequência, a escolha dos casos e minicasos será efetuada pelos alunos, ficando a cargo do professor somente orientações nos itens *Questões* e *Processos*. Ressaltamos que a fase *Transferência* incumbiu-se de solicitar a apresentação do Projeto Conceitual. Um diagrama com a compatibilidade entre as etapas do projeto e os momentos da FlexQuest pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8: Compatibilidade entre ABP - Modelo Dym et al. (2010) - e a FlexQuest



Fonte: Elaborado pelos autores

O *template* “Contexto” deverá servir de aporte para a construção dos casos, que, desconstruídos em minicasos, deverão facilitar compreensões sobre um conjunto de conteúdos necessários à elaboração dos projetos. Na oportunidade desta investigação, espera-se que sejam discutidos temas que dizem respeito ao uso eficiente da água, aos sistemas de irrigação, à linguagem de programação e aos sistemas embarcados⁹. O aglomerado de informações e conhecimentos coletados nessas etapas deverá auxiliar na composição das futuras possibilidades de solução ao problema.

O levantamento de hipóteses e seus desdobramentos deverá acontecer nas fases seguintes da FlexQuest, que são as Questões, os Processos e a Transferência. No item Questões, deverão ser realizadas indagações no sentido de avaliar as soluções apresentadas não apenas

⁸ Uso da tecnologia da informação no dia a dia da agricultura, para monitorar de forma automática e em tempo real, diversas variáveis ambientais ligadas ao clima, solo e planta, gerando uma série de dados, com elevado grau de precisão, visando automatizar a irrigação, tornando-a mais eficiente.

⁹ Um sistema embarcado é um sistema microprocessado no qual o computador é completamente encapsulado ou dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla. In: https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_embarcado. Acesso em 03/02/2018.

pelo seu viés tecnológico, mas refletindo sua imersão nas esferas éticas, sociais, políticas, econômicas e ambientais. Por fim, o item Processos deverá propor uma sequência especial onde serão levantados os casos e minicasos que compuseram a solução proposta, até que se cheguem à Transferência, onde serão enunciadas as especificações técnicas do sistema solicitado.

Após a realização das etapas relativas à construção dos projetos na plataforma FlexQuest, será realizado um questionário final de projeto, contendo perguntas que versarão sobre as experiências dos estudantes em relação a ABP e a FlexQuest, tendo sido disponibilizado na internet através da plataforma *Google Forms*.

No geral, extraindo-se o preenchimento com informações para identificação dos entrevistados, o questionário fora composto por 15 perguntas, além de mais 12 a serem respondidas através de uma escala de respostas graduadas, chamada escala Likert. Optamos pela gradação das respostas sem ponto neutro, pois concordamos com Lucian (2016) ao afirmar que “a verdadeira função do ponto neutro na escala Likert é anular a questão e não indicar uma suposta atitude completamente neutra” (p. 21). Com isso, deixamos como alternativas as proposições “concordo totalmente”, “concordo parcialmente”, “discordo parcialmente” e “discordo totalmente”.

5.5. Análise dos dados

Para as análises das FlexQuests elaboradas, seguiremos as proposições feitas por Bardin (2011) sobre Análise de Conteúdo, o qual ele define como sendo:

“Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (p. 37).

Em todas as atividades da FlexQuest será usada a técnica de inferência dos dados pela Análise do Conteúdo, passando pelas três fases propostas por Bardin. A primeira etapa consiste na pré-análise do material, que se divide em leitura flutuante, escolha dos documentos, elaboração de hipóteses e elaboração dos indicadores. As impressões colhidas nas montagens dos projetos serão tratadas para que se possam estabelecer relações entre os vários projetos elaborados.

Após toda a organização do material, chega-se à fase mais exaustiva da análise do conteúdo, que é a procura por significados reveladores entre as respostas escritas, como também possíveis discrepâncias. A segunda etapa da análise de conteúdo consiste na exploração (ou codificação) do material, onde “os dados brutos são transformados sistematicamente e

agregados em unidades, as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes ao conteúdo expresso no texto” (OLIVEIRA, 2008, p. 572).

Uma tarefa fundamental na análise pelo conteúdo consiste na definição das unidades de registro que serão buscadas no material preparado. Essas unidades podem ser interpretadas como as expressões de significados que podem ser quantificadas, ou seja, contadas. Nesta pesquisa, usaremos dois tipos de unidades de registro: a palavra, caso seja de fundamental importância para a exposição de um conhecimento adquirido ou o tema.

Bardin (2007) esclarece que a análise temática é uma unidade de registro mais complexa, que pode ter tamanho variável, porém não se limita a seu significado linguístico, assumindo uma face psicológica, representativa. A mensuração de palavras e temas nos levarão a uma nova fase que consiste na categorização desses dados agora lapidados. A definição das unidades de registro, acompanhadas de sua categorização permitem, de pronto, a inferência e interpretação dos resultados, terceira e última etapa da análise de conteúdo aqui escolhida.

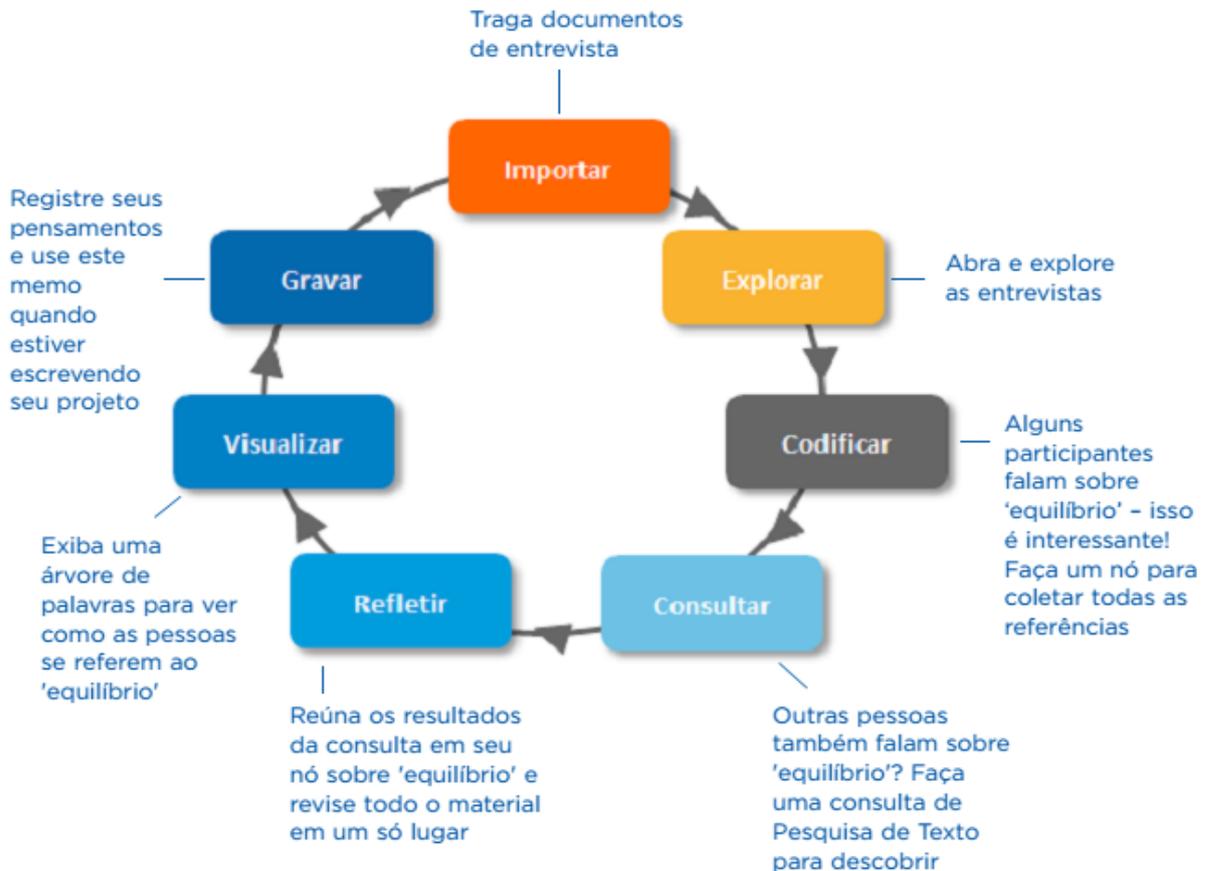
Já para auxiliar os trabalhos na categorização e exposição dos resultados encontrados no questionário final de projeto, será utilizado na análise de dados um software chamado QSR – *Qualitative Solutions Research Nvivo* (ou simplesmente *NVivo*), haja vista o software possuir recursos que estão em acordo com o método da Análise de Conteúdo proposta por Bardin.

Nodari et al. (2014), ao citarem Saillard (2011), fazem uma observação importante: o *NVivo* não se constitui como uma abordagem metodológica e sim, uma ferramenta para auxiliar na análise dos dados coletados. Com isso, os pesquisadores que usarem a ferramenta estão livres para adotar as táticas mais convenientes à pesquisa.

Com uma interface familiar, aos moldes da utilizada pela Microsoft, Lage (2011) aponta que a forma como o *NVivo* estrutura as informações coletadas é baseada no conceito de projeto, onde “as fontes de informação do projeto, assim como os dados gerados durante o processo de análise, como categorias de informações, são armazenadas em um banco de dados” (BRINGER; JOHNSTON; BRACKNRIDGE, 2006 apud LAGE, 2011).

Na figura a seguir, podemos encontrar uma proposta de estruturação para trabalhos no *NVivo*. Os dados coletados podem estar no formato de texto, áudio, vídeo ou figura e, ainda assim, o software irá realizar as inferências conforme solicitado pelo pesquisador. O início das atividades no programa pede a importação dos dados, seguido pela fase onde o conteúdo será explorado, visando encontrar as similaridades entre as informações e construir os nós.

Figura 9: Exploração do NVivo



Fonte: Manual de Instruções – *Nvivo 10*

Uma vez que a estruturação dos dados pesquisados é realizada através de categorias no software *NVivo*, deve-se estabelecer uma categorização prévia em sintonia com as questões de investigação e objetivos de pesquisa deste estudo (AMARAL-ROSA; EICHLER, 2017). Esses agrupamentos “em uma categoria com base no seu tópico, tema ou caso categorias” (NODARI et al, 2014, p. 5) foram chamados de “nós”, auxiliando na busca por padrões e ideias emergentes que afunilam nas categorias de análise.

O nó definido no exemplo da Figura 9 é “equilíbrio”. Na fase intitulada **Consultar**, abre-se a possibilidade de vários pesquisadores contribuírem na codificação dos dados *online*. O passo seguinte consiste em solicitar ao software que sejam apresentados os resultados para o nó selecionado, para que possa ter uma visão geral sobre toda a rede de relações entre o termo definido e o encontrado pelo Software.

A visualização dessas conexões pode se dar de várias formas, que variam de uma simples contagem da repetição de um termo, passando pela elaboração de uma árvore de

palavras de um mesmo contexto ou de uma nuvem com palavras de tamanhos proporcionais a sua relevância nos temas, até a exposição de um gráfico de hierarquia.

Os dados brutos ficam agrupados em planilhas, tendo a possibilidade de exportação para utilização mais comum do Pacote Office. O software *NVivo* é particular, necessitando a aquisição de sua licença para que o mesmo venha a funcionar com toda a pujança de suas funções.

No capítulo que segue estão as discussões sobre os resultados encontrados na avaliação dos projetos FlexQuest e das respostas no Questionário.

CAPÍTULO 6 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A coleta dos dados foi realizada durante as aulas do primeiro semestre letivo do ano de 2017, na turma de Tópicos em Engenharia Elétrica 1, disciplina do primeiro período do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho. Vale ressaltar que desde os inícios da pesquisa, no começo do semestre, houve a evasão de 18 alunos, o que configura um novo quantitativo: 42 estudantes.

Terminadas as atividades do projeto, foi requisitado que os estudantes respondessem a um questionário final do tipo semiestruturado. Porém, por opção do professor da disciplina, não ficou estabelecida a obrigatoriedade na resposta dos inquiridos. No entanto, 21 alunos dispuseram-se a preencher o questionário, o que consideramos uma amostra considerável, pois se tratava de uma iniciativa espontânea e voluntária.

Antes que sejam apresentados os resultados relacionados à experiência na plataforma e na aprendizagem por projetos, apresentaremos um perfil dos estudantes respondentes ao inquérito, conforme pode ser visualizado nas Figuras 09 e 10. Pode-se observar que a idade dos estudantes varia, majoritariamente, entre os 17 e 19 anos, correspondendo a 66,7% (n=14) do total de respondentes.

Figura 10: Idade dos respondentes



Fonte: Dados da pesquisa

No que diz respeito ao gênero dos participantes do inquérito, observa-se a predominância masculina, característica bem comum a cursos de engenharia.

Figura 11: Gênero dos participantes



Fonte: Dados da pesquisa

Em seguida, a apreciação dos resultados encontrados dar-se-á em três momentos. No primeiro deles, serão apresentadas as impressões relativas à elaboração do projeto na Plataforma FlexQuest. Em seguida, nos debruçaremos sobre as respostas fornecidas para as questões fechadas do inquérito. Finalizaremos nossas discussões apresentando as contribuições do *NVivo* em relação a análises das indagações abertas.

6.1. Sobre a elaboração dos projetos na Plataforma FlexQuest

As atividades no percurso do projeto foram realizadas por 8 (oito) grupos formados por 5 ou 6 integrantes. Uma das equipes não concluiu a contento as atividades de projeto e, portanto, foi excluída da análise. A primeira tarefa referente à construção dos projetos consistiu na escolha, pelos alunos, de nomes e logotipos para os grupos, onde uma amostra desses logotipos pode ser visualizada na Figura 12.

Acreditamos que estimular a construção de uma identidade para o grupo pode favorecer no engajamento dos estudantes na colaboração com o trabalho, e fortalecer o espírito de equipe, pois, como foi apontado por Martins et al. (2016), o trabalho em equipe “flexibiliza o pensamento discente e auxilia o desenvolvimento da autoconfiança necessária para se engajar em uma dada atividade, na aceitação do outro, na divisão de trabalho e responsabilidades, e na comunicação com os colegas” (p. 79).

Figura 12: Exemplos de logotipos construídos pelos alunos



Fonte: Dados da pesquisa

Já, neste momento inicial, pode-se perceber uma atenção especial em articular desenvolvimento tecnológico com a questão da irrigação e gestão da água, com exceção da equipe Táquion, anteriormente chamada “Horta Inteligente”, e que pediu para mudar de nome durante o processo. As equipes que não tiveram seus logotipos mostrados chamavam-se Eletrogarden e Automata.

Após uma aula de explanação sobre os templates constituintes da FlexQuest, os estudantes foram orientados a iniciar o preenchimento dos campos de identificação dos projetos. A primeira fase do tratamento dos dados consistiu em recolher o conteúdo dos projetos na FlexQuest, transcrevendo-os em uma planilha para que pudéssemos analisar a todos a partir de uma matriz textual. Dessa forma, fora montado um quadro recolhendo as informações preenchidas em todos os *templates* da plataforma, conforme pode ser visto na figura abaixo:

Quadro X – Modelo de planilha para tratamento dos dados

GRUPO	OBJETIVO	CONTEXTO	CASOS	MÍDIA - CASOS	MINICASOS	MÍDIA-MINICASOS	QUESTÕES

Fonte: Dados da pesquisa

O campo denominado **mídia**, disposto, logo após casos e minicasos, tem a finalidade de mostrar o formato com o qual os estudantes trabalharam nos casos, podendo ser foto, texto, áudio, vídeo ou a utilização simultânea de dois ou mais tipos de mídia. Percebe-se que, no Quadro X, não consta o item transferência, haja vista esse espaço ter sido destinado à apresentação das especificações técnicas dos projetos. Segundo Silva (2016), no atributo transferência “É conveniente que o professor proponha algo onde os alunos possam aplicar o

conhecimento produzido, solucionando novos problemas a partir da experiência adquirida” (p.102).

Logo após a organização dos dados, primeira tarefa da análise de conteúdo segundo Bardin, põmo-nos a explorar o material observado no intuito de observar as relações para que as categorias sejam estabelecidas. Já no primeiro campo da nossa tabela de análise, “objetivo”, visualizamos o tema “desperdício de água” como recorrente, conforme pôde ser visualizado nas transcrições abaixo:

- Elaborar um sistema que automatize o processo de irrigação e reduza o desperdício de água - Grupo Eletro PE;
- Buscar a eficiência nos aspectos energéticos, ambientais e sociais - Grupo Táquion;
- Estudar sistemas de irrigação e suas classificações, enfatizando a economia de água - Grupo Green Lab;
- Desenvolver um projeto sustentável cuja principal finalidade é a economia de água - Grupo Greenergy.

Percebe-se, ainda no atributo “objetivos”, a preocupação ambiental com a questão da utilização da água, relacionando o assunto a conceitos como sustentabilidade e fontes renováveis de energia.

- Elaborar um sistema que automatize o processo de irrigação e reduza o desperdício de água;
- Desenvolver um sistema alimentado por fontes limpas de energia.

Grupo EletroPE

Como o assunto “sustentabilidade” aparece nos objetivos da maioria dos grupos, compreendemos que se trata da manifestação de uma inteligência coletiva. Encontramos, nos estudos de Costa (2008), um entendimento de que a sensação de tomada de consciência, “como um acordar” (p. 66) pode ser interpretada como uma definição para o conceito inteligência coletiva.

A fase seguinte traz à tona a montagem dos casos e minicasos na plataforma FlexQuest pelos alunos, este representa o primeiro momento de adaptação da plataforma FlexQuest para utilização em uma ABP. No uso habitual da estratégia, os casos e minicasos são construídos pelos professores. Em capítulo anterior, discutimos algumas características das metodologias ativas, donde pode-se extrair que os estudantes deverão deixar o perfil passivo, predicado arraigado ao ensino tradicional e portar-se como protagonista na construção do seu próprio conhecimento.

Dessa forma, os alunos puderam explorar as temáticas envolvidas na elaboração dos projetos mediante a estratégia FlexQuest. Um resumo de como os estudantes desenvolveram os

conteúdos, conforme demonstrado na Tabela 2. Nela, pode-se averiguar que houve a desconstrução dos casos em minicasos a partir das ideias iniciais de como o grupo iria solucionar o problema de projeto proposto, haja vista as impressões obtidas já no momento de elaboração do contexto.

Tabela 2 – Conteúdo e Formato de Mídia dos Casos e Minicasos - Grupo Greenergy

CASOS	Mídia	MINICASOS	
Arduíno	Foto + Texto	O que é um arduíno	Foto + Texto + Vídeo
		Programação do arduíno para irrigação	Foto + Texto + Vídeo
		O que vc pode fazer com arduíno	Foto + Texto
		Modelos de Placas arduíno	Foto + Texto + Vídeo
Sustentabilidade	Foto + Texto	A Água Do Planeta E Seu Uso Na Agricultura	Foto + Texto
		Surgimento da sustentabilidade	Foto + Texto
		Energias Renováveis 1	Foto + Texto + Vídeo
		O que significa ser sustentável?	Foto + Texto
O Ato de Irrigar	Foto + Texto	Tipos de Irrigações	Foto + Texto
		Irrigação automática	Foto + Texto
		Histórico da irrigação no Brasil	Foto + Texto
		Brasil entre os países com maior área irrigada do mundo	Foto + Texto
Sistema Wireless	foto	Sistema de Apresentação Wireless	Vídeo
		Como funciona	Foto + Texto + Vídeo
		O que é sistema wireless	Foto + Texto

Fonte: Dados da pesquisa.

Julgamos importante mencionar também quais as mídias utilizadas para a explanação e exploração dos conteúdos, visando dimensionar tanto as potencialidades da plataforma como também analisar a preferência dos estudantes em relação à forma como os conteúdos foram apresentados. Percebe-se a tendência na utilização de fotos e textos nas discussões realizadas, porém incrementadas pelo uso de vídeos.

Uma vez que a elaboração dos projetos na Plataforma FlexQuest ficou sob a responsabilidade dos alunos, o professor assumiu, durante todo o processo, o papel de mediador, tendo como incumbência guiar e orientar os trabalhos, permitindo, assim, que os estudantes assumissem o controle do projeto, dotando-os de alto nível de autonomia na condução das tarefas.

O conteúdo inserido nos campos casos e minicasos de três dos grupos pode ser visto nas Tabelas 2, 3 e 4. Observa-se que as temáticas variam pouco, apresentando uma preocupação dos estudantes em reunir conhecimentos que possam ajudá-los na elaboração dos projetos. Como se trata de um sistema de irrigação inteligente, os temas recorrentes versam sobre

métodos de irrigação, a plataforma inteligente e sua programação (Processador Arduíno¹⁰), sistemas embarcados e energias renováveis.

Tabela 3 – Conteúdo e Formato de Mídia dos Casos e Minicasos - Grupo GreenLab

CASOS	Mídia	MINICASOS	Mídia
Energia Solar	Foto + Texto	Recursos Naturais	Foto + Texto
		energia renovável	Foto + Texto
		meio ambiente	Foto + Texto
		sustentabilidade	Foto + Texto
Arduíno	Foto + Texto	O que se faz com Arduíno	Texto
		Programação	Foto + Texto
		O que são sensores	Foto + Texto
Sistemas Embarcados	Foto + Texto	Urna eletrônica ou máquina de votação	Texto
		Impressora ou dispositivo de impressão	Texto
		calculadora	Texto
		Personal Digital Assistants	texto
Sistemas de Irrigação	Foto + Texto	A horta orgânica	Texto
		Água	Texto
		Encanamento	Texto
		Faça você mesmo	Texto

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 4 – Conteúdo e Formato de Mídia dos Casos e Minicasos - Grupo EletroPE

CASOS	Mídia	MINICASOS	Mídia
Arduíno	Foto + Texto	Programação	Foto + Texto
		C++	Vídeo
		Hardware Livre	Foto + Texto
		ATMEL AVR	Foto + Texto
Tipos de Irrigação	Foto + Texto	Sistemas de Irrigação	Foto + Texto
		Irrigação Superficial	Foto + Texto
		Irrigação Localizada	Foto + Texto
		Irrigação por Aspersão	Foto + Texto
Economia Verde	Foto + Texto + Vídeo	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)	Foto + Texto
		Poluição	Foto + Texto
		Biodiversidade	Foto + Texto
		igualdade social	Foto + Texto
Agricultura	Foto + Texto	Energia	Foto + Texto
		Métodos Agrícolas	Foto + Texto
		Técnicas	Foto + Texto
		Tecnologias	Foto + Texto

Fonte: Dados da pesquisa.

Na montagem dos projetos da FlexQuest, como sequenciamento de suas partes constituintes, há uma etapa onde são elaboradas questões para que os alunos possam aprofundar os conhecimentos adquiridos, esta serve como uma organizadora de ideias para que se atinjam os objetivos centrais do projeto. Na sequência didática realizada, fruto de investigação deste

¹⁰ Plataforma de prototipagem eletrônica, hardware livre e placa única.

trabalho, o *template* Questões contou com algumas indagações elaboradas pelo professor da disciplina, porém com a possibilidade de os alunos construírem suas próprias questões.

O conteúdo das questões, de modo geral, denotou a temática da gestão da água e suas implicações ambientais e econômicas, relacionada à forma como um controle inteligente para a irrigação poderia contribuir para uso racional da água. A esse momento atribuímos o suscitar dos processos de questionamento buscados na construção de projetos FlexQuest.

A água é um recurso natural extremamente importante para humanidade, e que precisa ser preservado e economizado, pois é um recurso finito. Sendo assim precisamos encontrar maneiras de diminuir o gasto desse bem natural, para termos em abundância no futuro.

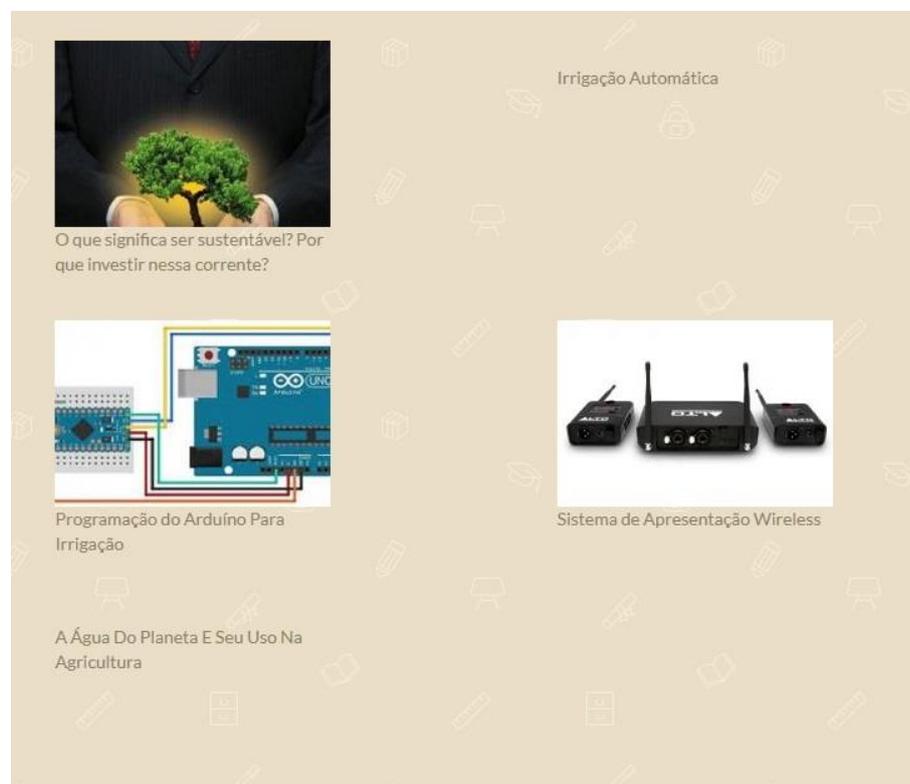
Grupo GreenLab

Devido a pequena quantidade de água utilizável pelo homem disponível no planeta terra, tornasse essencial a boa gestão dela para que não venha a faltar.

Grupo AutoGarden

No item Processos, nossa intenção foi agrupar os conhecimentos adquiridos, pois solicitou a revisita nos casos e minicasos para que, entre esses, pudessem ser agregados àqueles assuntos que estariam presentes na solução final de projeto. Em outras palavras, os conceitos apreendidos seriam utilizados em um novo contexto, reiterando a flexibilidade cognitiva.

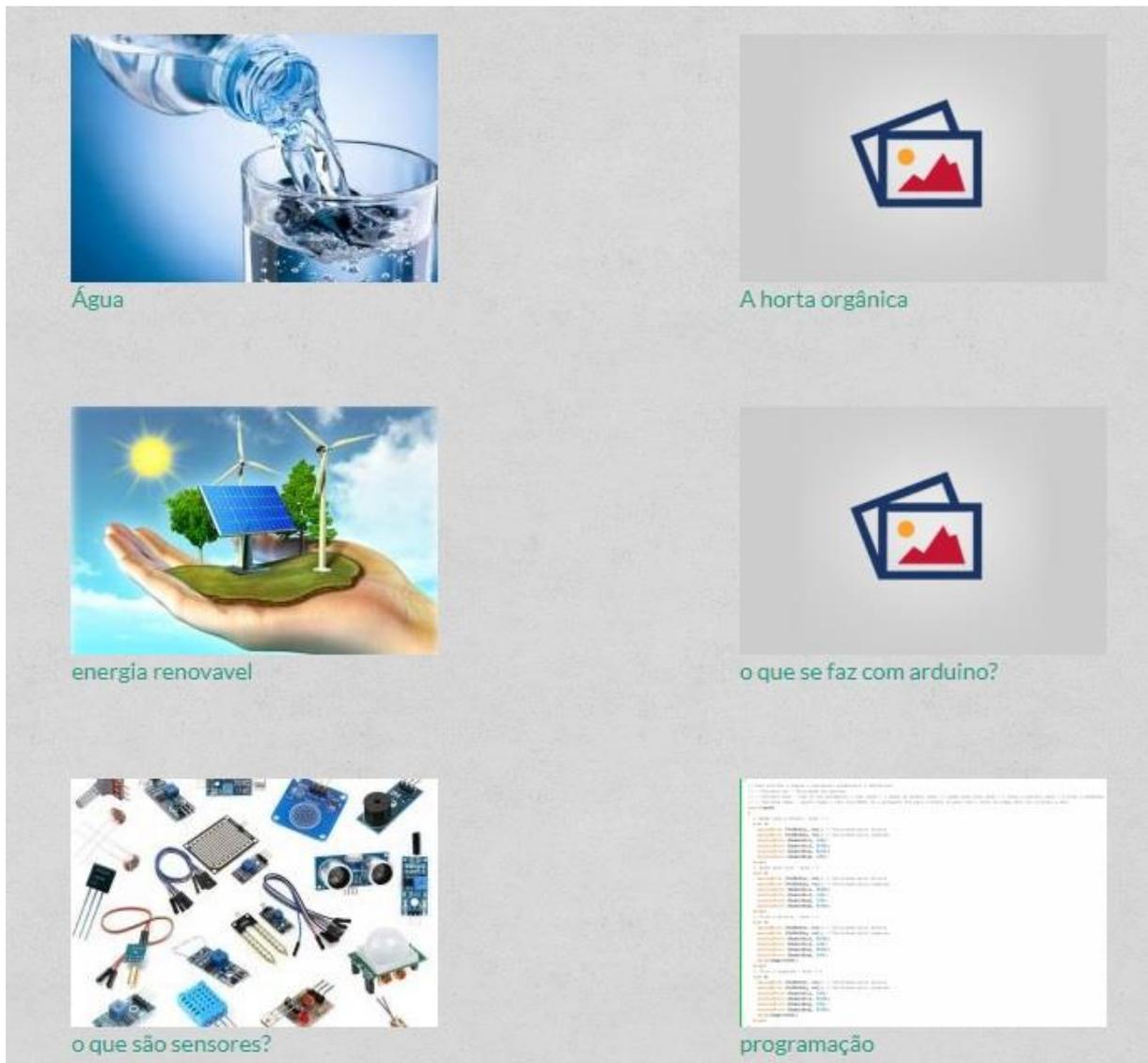
Figura 12: Template “Processos” – Grupo Greenergy



Fonte: Acervo dos autores

Percebe-se, de acordo com o processo construído na Figura 12, que o grupo optou por fazer uma estação de monitoramento da água controlado pelo Processador Arduino, com as informações coletadas pelos sensores enviadas através da tecnologia *wireless* (sem fio). A cada grupo, uma nova solução era consolidada, o que acarreta em vários produtos com a mesma finalidade, porém com detalhes construtivos diversificados.

Figura 12: Template “Processos” – Grupo GreenLab



Fonte: Acervo dos autores

Abaixo, apresentamos um dos projetos finalizados. Nele, pode-se encontrar uma pequena horta sendo irrigada por gotejamento. A parte inteligente do projeto é composta por três sensores, todos eles capazes de atuar sobre a bomba d’água. Dentro da terra, no solo, há um sensor de umidade para avaliar o quão molhada está a areia: caso muito seca, liga-se a bomba, quando molhada até o limite estipulado, encerra a irrigação. O segundo sensor é de

temperatura para manter a folha das plantas em bom estado, e o último sensor é de chuva: caso esteja a chover, não há a necessidade de acionamento do sistema.

Figura 22: Projeto Finalizado – Grupo GreenLab



1. Irrigação por gotejamento
2. Sensor de umidade
3. Sensor de temperatura
4. Sensor de chuva
5. Bomba de água
6. Reservatório

Fonte: Acervo dos autores

O grupo EletroGarden apresentou protótipo onde o funcionamento baseava-se no monitoramento da umidade do solo em um único ponto para a atuação da bomba d'água e irrigação de uma plantação. O grupo Automata não apresentou o produto final de projeto, haja vista ter encontrado dificuldades na elaboração da solução encontrada.

O Grupo AutoGarden apresentou seu projeto em forma de estação de monitoramento, com formato inspirado nas estações pluviométricas. É válido ressaltar que esse produto descontinua o bombeamento de água caso seja avisado pelo sensor de chuva que já há uma irrigação natural no terreno.

Figura 22: Projeto Finalizado – Grupo AutoGarden



Fonte: Acervo dos autores

Os outros grupos apresentaram produtos bastante diversificados, onde pôde se ver desde sistemas alimentados por energia solar e, conseqüentemente autônomos, no que diz respeito ao consumo de energia elétrica para seu funcionamento, como também um produto capaz de monitorar vários pontos da plantação em estações sem fio. Vale ressaltar que esses trabalhos foram realizados por estudantes de primeiro período do curso de engenharia elétrica.

Da análise dos projetos publicados na FlexQuest, pode-se perceber a interação entre várias áreas do conhecimento para que as soluções pudessem ser formuladas. A priori, a preocupação dos estudantes abarcou questões que diziam respeito à manipulação da tecnologia disponível.

É importante mensurar que a escolha dos grupos pela utilização do processador Arduino, haja vista estar disponível gratuitamente na universidade. No entanto, apesar de adotadas a mesma tecnologia, os projetos são bastante diferentes entre si, pois na escolha dos requisitos de

os grupos puderam optar pela supervisão de diferentes grandezas físicas, o que acarretou em projetos bem diferentes entre si.

Outra observação é a forma como os estudantes dinamizaram o entrelace entre os assuntos “tipos de irrigação” e “sustentabilidade”. De forma majoritária, esses temas foram tratados de forma integrada, deixando claro que a escolha pelos tipos de irrigação deveria levar em consideração questões como gestão e desperdício da água, sendo determinante para as escolhas das soluções dos projetos.

6.2 Análise das questões fechadas do questionário

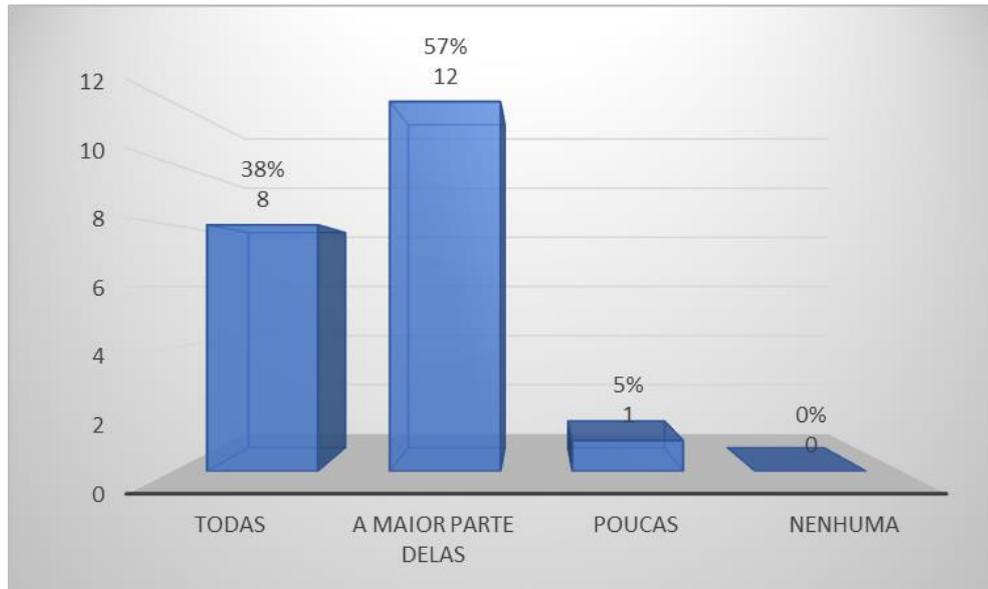
Nosso inquérito final de projeto indagou os estudantes acerca de temas relacionados a Plataforma FlexQuest a partir de assuntos como a usabilidade da plataforma, os critérios adotados para a inserção dos conteúdos na ferramenta, entraves e benefícios na utilização da plataforma para a construção de conhecimentos. Buscou-se, ainda, colher as opiniões do alunado sobre a ABP enquanto metodologia de ensino e processo de avaliação.

Como elemento essencial de uma sequência didática em aprendizagem por projetos, nosso inquérito final ocupou-se de realizar vários questionamentos em relação aos trabalhos em grupo realizados pelos estudantes. Inicialmente, questionou-se qual a participação dos membros dos grupos nas decisões tomadas durante a realização das tarefas.

Nossos apontamentos indicaram que uma das características essenciais da ABP é a tomada de decisões em grupo. Dessa forma, buscamos mensurar o quanto essas deliberações acerca de definições de projeto puderam ser tratadas em grupo, revelando também a capacidade de negociação entre os estudantes para a escolha das soluções.

A realização de tarefas em grupo fora uma das questões do nosso inquérito final de projeto. Dessa forma, procurou-se observar se houve, durante as fases de execução do projeto, participação de todos os membros dos grupos na tomada de decisões. A partir desse entendimento, pôde-se observar, conforme ilustrado na Figura 13, que 95% dos estudantes (n=20) apontaram que as decisões foram tomadas em grupo.

Figura 13 – Participação dos integrantes dos grupos nas decisões de projeto.

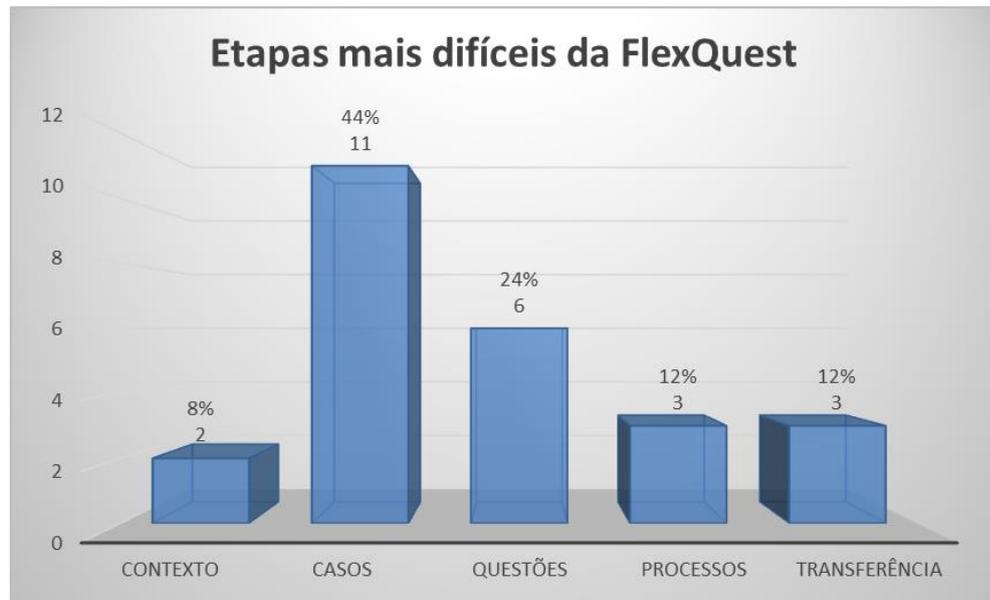


Fonte: Elaborado pelos autores

Uma vez que os estudantes foram os elaboradores na plataforma FlexQuest, uma das indagações do questionário dedicou-se a observar quais as etapas que mais trouxeram dificuldades. Uma vez que um dos elementos da ABP é a autonomia no desenvolvimento das atividades e tomadas de decisões, os alunos sentiram-se à vontade para estabelecer os critérios para a inserção dos casos e minicasos solicitados pela plataforma.

Dada a autonomia na escolha dos conteúdos que preencheriam os atributos na FlexQuest, o que resultou em um universo infinito de possibilidades para a definição desses conteúdos, os estudantes apontaram a elaboração dos casos e minicasos como as etapas mais difíceis da utilização da FlexQuest. A Figura 14 aponta que pouco mais da metade dos respondentes (52%, n=13) dos respondentes revelaram essas dificuldades no momento em que foram analisadas as respostas dadas pelos alunos ao apontar a etapa descrita como mais complicada.

É importante mencionar que apenas dois estudantes apontaram a etapa “contexto” como a maior dificuldade na montagem dos projetos na FlexQuest, assim como apenas 3 respondentes afirmaram que ou a etapa “processos” ou “transferência”, o que pode ser interpretado como os atributos de menores dificuldades. No entanto, faz-se necessário analisar a quantidade de resposta no que apontam dificuldades *template* “questões” (24%, n=6), o que pode ser interpretado como uma dificuldade em responder questionamentos que necessitem de reflexão e crítica.

Figura 14 – Dificuldades na elaboração do projeto FlexQuest

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao serem solicitados para que justificassem as respostas, os alunos apontaram que a apresentação de casos e minicasos deveriam fornecer argumentos para uma explicação clara dos conteúdos trabalhados. Uma vez que o contexto de explanação desses conteúdos se deu, majoritariamente, em situações diferentes das requisitadas no projeto, pôde-se inferir a presença da Flexibilidade Cognitiva já nesse momento. Os depoimentos dos alunos reiteram nossas observações.

Casos porque tivemos que procurar algo para exemplificação e, a transferência;

Pois foi onde nós tivemos que procurar por material que explicasse o assunto de forma mais simples.

Por fim, foram elencadas doze afirmações visando estimar o grau de concordância dos estudantes em relação às assertivas apresentadas, mediante escala Likert ordinal sem ponto neutro. Os resultados podem ser visualizados através da Tabela 3. As primeiras ponderações apontam para uma grande aceitação das proposições, donde pode-se observar o valor de 70% como percentual mínimo em consentimento às colocações.

A afirmação de maior aceitação entre o elenco de questões, onde 90,5% (n=19) dos respondentes revelaram a concordância total com a afirmação, é encontrada quando os alunos se deparam com a frase “Tive que buscar novos conhecimentos para realizar o projeto”, item 9 desta parcela do inquérito. Na nossa interpretação, visualiza-se o emergir de um espírito de exploração para coleta de informações necessárias a construção do produto requisitado, o que dialoga, diretamente, com uma das características essenciais em uma proposta de ABP.

Tabela 3: Itens da Escala Likert.

Questões gerais sobre a elaboração dos projetos aferidas pela Escala Likert										
Itens	Concordo Totalmente		Concordo Parcialmente		Discordo Parcialmente		Discordo Totalmente		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%	n	%		
1	Aprendizagem baseada em projeto ou aprendizagem por projeto é uma abordagem pedagógica de caráter ativo que enfatiza as atividades de projeto e tem foco no desenvolvimento de competências e habilidades.									
2	Trabalhar em equipe facilita resolver os problemas.									
3	Produzir um produto ajudou bastante a minha aprendizagem sobre vários conceitos.									
4	Fui responsável pelo sucesso do meu grupo, pois agimos em conjunto.									
5	A realização do projeto me permitiu fazer várias coisas simultaneamente para atingir os resultados.									
6	A realização do projeto aumentou a sua motivação em resolver os problemas e atingir os resultados.									
7	Prefiro resolver problemas de modo coletivo.									
8	Com a execução do projeto me tornei mais ativo perante a minha aprendizagem.									
9	Tive que buscar novos conhecimentos para realizar o projeto.									
10	A plataforma flexquest é fácil de usar.									
11	A plataforma Flexquest facilita e estruturar o projeto.									
12	A aprendizagem baseada em Projetos melhorou o meu aprendizado.									

Fonte: Dados da pesquisa

Chama-nos bastante atenção o fato de todos os respondentes revelarem concordar com as afirmativas referentes aos itens 3, 6, 9 e 12. De fato, há relação entre essas perguntas, pois todas elas couberam-se em avaliar as percepções dos alunos sobre a proposta didático-pedagógica por meio da ABP.

O item 3 apontou que os alunos percebem a aplicação dos conceitos durante a elaboração dos produtos, demonstrando, assim, que os estudantes visualizaram a aplicação direta dos conhecimentos apreendidos durante o processo, seja para a formulação de uma solução de projeto, como também para a confecção do produto. Uma possível melhoria na aprendizagem dos alunos a partir de uma experiência em metodologias ativas de aprendizagem, no nosso caso a ABP, também pode ser considerada.

Já o item 6 traz ao debate a questão motivacional, onde todos os estudantes revelaram que a proposta contribuiu com uma maior motivação para resolver os problemas. Ao deslocarmos o foco da aprendizagem para o aluno, os estudantes podem ter se sentido

desafiados a buscar informações para resolver a questão de projeto, o que fez deles sujeitos ativos na construção de seus conhecimentos.

A última assertiva, com total concordância (item 12), discorre sobre uma melhora no aprendizado através de uma aprendizagem baseada em projetos. A aplicação real dos conhecimentos para a construção dos produtos, como também autonomia na busca de informações, a capacidade de decidirem sozinhos sobre as alternativas de projeto dialogam com a manifestação dos estudantes, o que pode apontar em um novo caminho para o ensino da engenharia.

Essa tendência teve boa aceitação dos estudantes, conforme pode ser visualizado na primeira questão do inquérito. O primeiro item de afirmações aferidos através da escala Likert ponderou sobre a compreensão dos alunos a respeito de entendimentos do que venha a ser uma Abordagem Baseada em Projetos, obtendo 95% (n=20) de concordância para a proposição de que se trata de uma abordagem pedagógica de caráter ativo, enfatizando atividades de projeto com foco no desenvolvimento de competências e habilidades.

As afirmações constantes dos itens 5 e 8 trazem consigo a percepção dos estudantes no tocante a metodologias ativas de aprendizagem. Aproximadamente 86% dos participantes do inquérito (n=18) afirmaram concordar que a execução do projeto os torna mais ativo em relação a sua própria aprendizagem (item 8). De forma análoga, o mesmo resultado, porém agora com uma forte tendência para a resposta “concordo parcialmente”, pôde ser encontrado para a assertiva que buscava revelar a possibilidade de realização simultânea de várias tarefas durante a realização do projeto (item 5 do inquérito).

Visando aferir o grau de manifestação de uma inteligência coletiva, um conjunto de questões foi elaborado no intuito de captar as impressões dos estudantes durante as atividades de uma aprendizagem por projetos. Nossas análises foram aportadas em estudos recentes de Cleophas et al. (2016), na qual esclarece que o conceito de inteligência coletiva estaria relacionado com a capacidade de os “indivíduos resolverem problemas ou desafios de forma grupal” (p.6).

Nesse contexto, o percentual de concordância para a afirmação “Fui responsável pelo sucesso do meu grupo, pois agimos em conjunto” (item 4 do inquérito) foi de aproximadamente 70% (n=14). Já para a assertiva “Prefiro resolver problemas de modo coletivo” (item 7), o índice ultrapassa os 85% (n=18) de concordância e, por fim, 95% (n=20) dos respondentes disseram concordar com a ideia de que o trabalho em equipe “facilita resolver os problemas” (item 2).

Por fim, os estudantes apontaram expressiva concordância com o Item 10 do rol de afirmações, onde 86,7% (n=18) responderam reconhecer que a Plataforma FlexQuest tem fácil utilização e manifestaram significativa aceitação (95%; n=20) com a predisposição da ferramenta em melhor estruturar os conteúdos para a busca de soluções de projeto (item 11).

6.3 Análises com auxílio do NVivo 11 para as questões abertas do inquérito

Conforme debatido no capítulo reservado à metodologia, o software *NVivo* 11 foi utilizado para auxiliar as análises do questionário referente às questões abertas, utilizadas para avaliar a proposta. Uma das possibilidades advindas do programa consiste em estabelecer uma palavra ou termo como categoria de análise (nó) e acompanhar sua ramificação pelos dados. A visualização dessas correspondências a partir dos nós veio a ser denominado como árvore de palavras.

No que diz respeito à divisão do grupo para a realização das tarefas, a dinâmica se mostra uma característica intrínseca ao desenvolvimento do projeto. Os depoimentos dos alunos nos fornecem uma visão de como se deu a divisão dos trabalhos nas atividades de projeto.

Desde o início foi estabelecido uma divisão de tarefas para que cada membro pudesse compreender todos os processos do projeto sem que fosse sobrecarregado com uma tarefa desproporcional aos outros;

Os membros mostraram interesse em contribuir mesmo em situações que não estavam dentro de sua competência. Toda a equipe foi voluntária e contribuiu com o trabalho;

A princípio, as pessoas que já tinham afinidades com assuntos ligados diretamente ao projeto, estavam montando soluções e ideias para discussão. Assim, os demais, com base nessas ideias, pesquisavam e contribuía para a solução final do projeto.

Aferimos, então, qual o impacto dos trabalhos em grupos na construção de projetos interdisciplinares ao alocarmos a palavra “grupo” como categoria de análise. Perceber, por meio da Figura 15, a preocupação dos estudantes em deixar claro o engajamento dos integrantes das equipes nas atividades, a necessidade da divisão do grupo para o cumprimento das tarefas e as dificuldades em estabelecer o encontro dos integrantes fora do horário das aulas.

Figura 15: Árvore de palavras para “grupo”



Fonte: Dados da pesquisa.

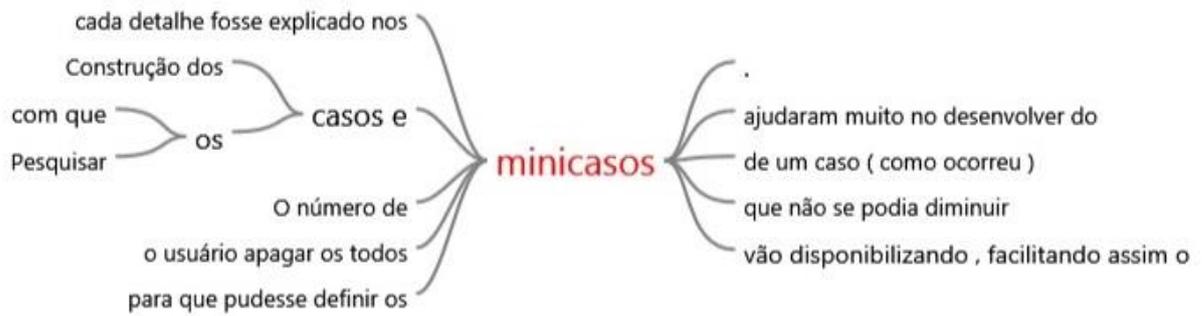
Ao categorizarmos, a partir das palavras casos e minicasos no *NVivo 11*, pôde-se visualizar por meio da árvore de palavras construída, conforme apresentado na Figura 16, a forma como a estudantes se depararam com a experiência da desconstrução dos casos em minicasos, revelando as contribuições da estratégia para que as temáticas possam “ser representadas de formas distintas, para que se possam analisar múltiplas facetas” (SILVA et al., 2015, p. 43).

Percebe-se, então, que na visão dos alunos, a desconstrução dos casos e minicasos sugerem um melhor detalhamento nos conteúdos apresentados, sendo possível conhecer em detalhes, cada um destes, ajudando tanto na busca por desbravamento de temas relacionados, como também organizando de forma lógica os conteúdos. Para nós, é a manifestação mais evidente da Flexibilidade Cognitiva: transpassar um tema em vários contextos, relacionando-os.

Figura 16: Árvore de palavras para “casos” e “minicasos”



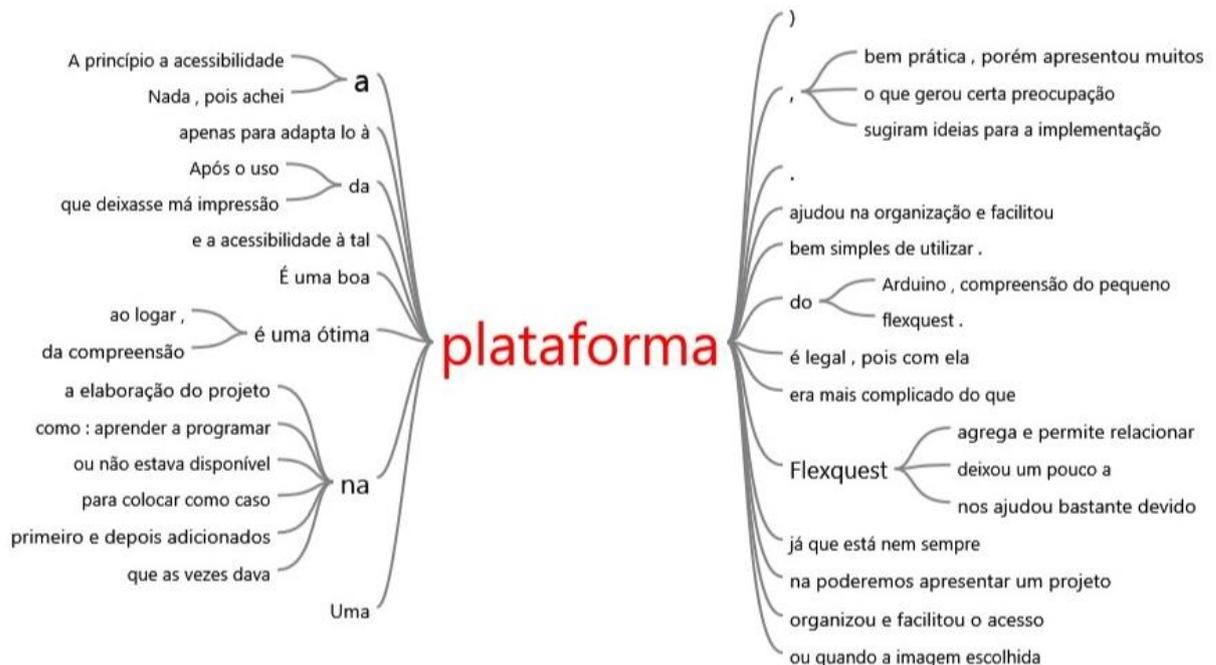
Fonte: Dados da pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa

Para além da análise da construção dos projetos na plataforma FlexQuest, este trabalho voltou-se à investigação de como os estudantes avaliariam a experiência do uso da estratégia FlexQuest para a apreensão e discussão dos conteúdos, como também a forma como apresentou-se integração entre a estratégia e uma sequência didática baseada em projetos. Primeiramente, apresentaremos uma árvore de palavras (Figura 17) para a palavra Plataforma, pois ela é capaz de fornecer uma perspectiva geral da oportunidade.

Figura 17: Árvore de palavras para “Plataforma”



Fonte: Elaborado pelos autores

Pode-se observar que, a priori, os estudantes apontam problemas na acessibilidade da Plataforma. De fato, no momento do preenchimento dos diversos *templates*, houve muita instabilidade, seja na impossibilidade de *login*, como também na indexação dos conteúdos, podendo este ter sido um texto, foto ou vídeo. Superados esses entraves, percebeu-se que os

estudantes entenderam a plataforma como uma forma de organizar os conteúdos para uma melhor compreensão cognitiva deles.

Para a árvore de palavras do termo FlexQuest (Figura 18), percebe-se ainda, de forma mais contundente, os problemas conexos à conectividade e manipulação da plataforma, só que agora agregados a uma percepção de que estávamos tratando de uma nova forma de exploração de conteúdos, o que pode ser apontado como indício de aprovação para com a plataforma. Para os respondentes do inquérito final, a plataforma FlexQuest possibilita uma visão prévia do projeto, como, também, a evolução das etapas de construção dos produtos.

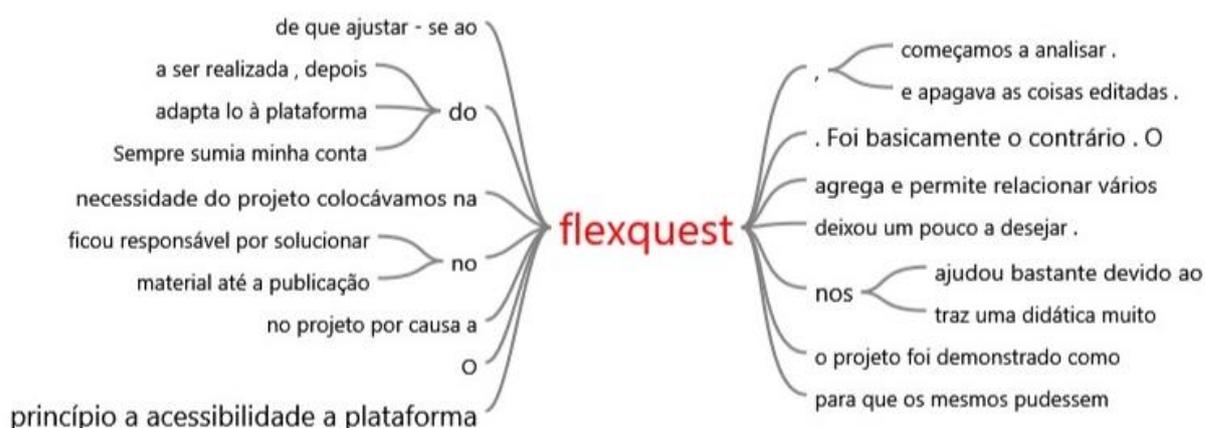
Demonstração visual do projeto, organização do projeto e construção passo a passo do projeto; como e para que é utilizado;

O FlexQuest nos “trás” uma didática muito interessante, na qual nós estudante temos a possibilidade de analisar o projeto de uma forma mais ampla e organizada;

A plataforma é legal, pois com ela é possível demonstrar a execução de projetos de uma maneira mais dinâmica, em comparação com os relatórios usuais, além disso pode ser disponibilizado para alunos de outras instituições. Pode ser um atrativo para crianças, uma vez que podemos colocar vídeos e imagens;

A plataforma organizou e facilitou o acesso as pesquisas e objetivos do projeto. Dando acesso para todos os membros e facilitando na unificação das ideias.

Figura 18: Árvore de palavras para “FlexQuest”



Fonte: Dados da pesquisa.

As discussões sobre a integração da FlexQuest, com a Aprendizagem Baseada em Projeto podem ser feitas, primeiramente, pela apresentação da Tabela 4, onde podemos visualizar as palavras mais citadas nas respostas dos estudantes ao questionário final, nesta

percebemos que os termos estão relacionados, de forma mais intrínseca, as preocupações dos alunos com a construção material dos produtos.

Tabela 4 – Ranking das palavras mais utilizadas nas respostas dos questionários

Palavra	Contagem
projeto	87
plataforma	30
programação	22
casos	15
flexquest	15
irrigação	13
organização	13

Fonte: Dados da pesquisa.

A palavra **projeto** foi a mais citada, tendo uma frequência de aproximadamente três vezes o quantitativo da palavra subsequente. Esse fato é natural, pois há a existência de duas atividades com o mesmo nome, no caso, o projeto na FlexQuest e as ações para a elaboração do produto final. A segunda palavra mais citada foi **plataforma**, o que para nós significa, de fato, que a montagem dos projetos na FlexQuest está integrada à elaboração dos produtos. Essa é a constatação da nossa questão de investigação, podendo esta ser visualizada através da nuvem de palavras (Figura 19) confeccionada com apoio do NVivo 11.

A palavra **programação**, terceira palavra mais citada no inquérito, diz respeito ao desenvolvimento da linguagem de programação necessária para, comandar sensores e atuadores, descrita pelos alunos como o grande desafio de elaboração dos projetos.

Figura 19: Nuvem de palavras



Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim, discutiremos, mediante as respostas presentes no inquérito final de projeto, qual as impressões que a estratégia FlexQuest e a ABP deixaram nos estudantes, em relação à apreensão dos conteúdos e como método de ensino. A experiência na construção dos produtos foi bem presente nos relatos que traziam como benesses a visualização material dos conteúdos estudados, como também uma aproximação entre a vida acadêmica e a posterior atividade profissional.

É excelente para estimular os alunos a pesquisar e praticar sobre as áreas da engenharia envolvidas na situação, sendo assim ótimo para introduzir um aluno no ramo;

Uma boa forma de iniciar a prática da engenharia com os alunos, com novas experiências e bons desafios;

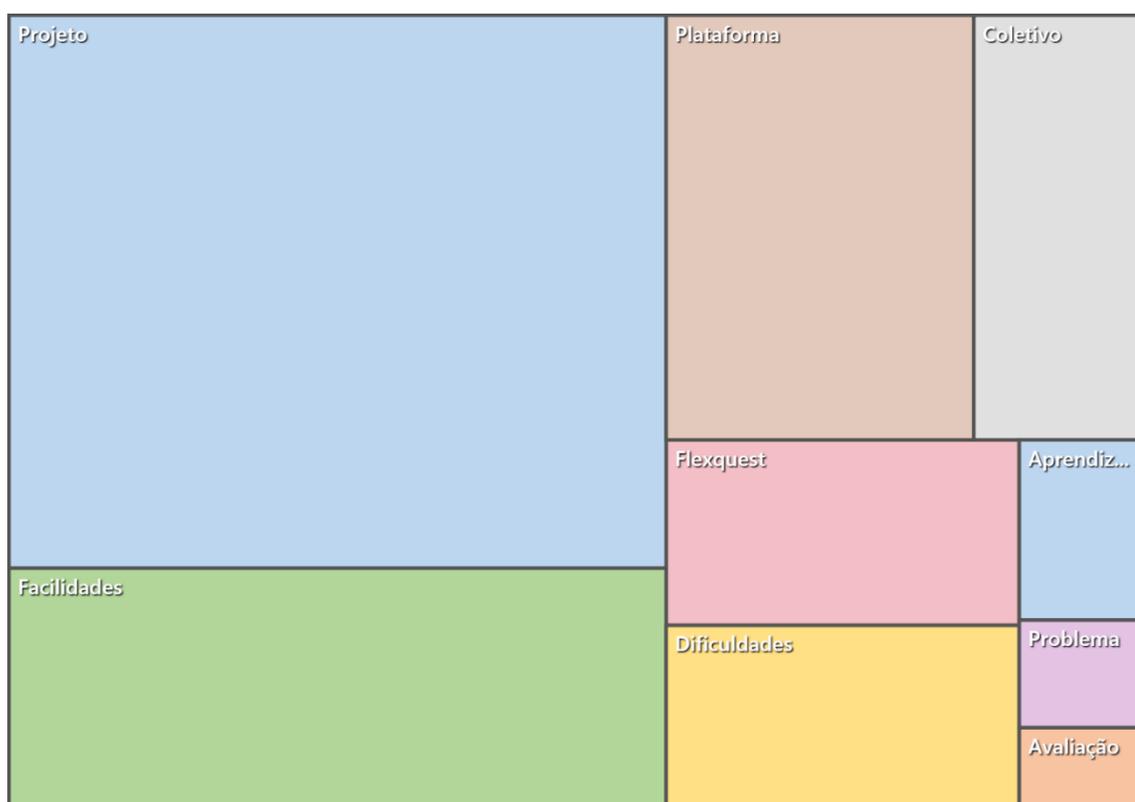
Muito importante, pois nos fez perceber como é a prática em atividades de engenharia;

Interessante, pois coloca conhecimentos teóricos em prática. Gostei bastante, dá incentivo nos estudos e pesquisa em inovação.

Além de um diagnóstico baseado na quantidade de vezes que determinada palavra se repete durante o inquérito, seria interessante apontar qual a magnitude das categorias atribuídas durante a análise dos dados coletados. Dessa forma, faz-se oportuno visualizar os nós por meio da quantidade de referências relativas contidas neles, como também efetuar um comparativo entre os nós.

Para facilitar a tarefa, o software *NVivo 11* proporciona uma forma gráfica e hierárquica para a visualização dessas informações através de um mapa das árvores (Figura 20) onde a área correspondente, a cada um dos nós, transmite a ideia de relevância e magnitude das categorias de análise.

Figura 20: Gráfico de Hierarquia



Fonte: Dados da pesquisa.

Nossas primeiras ponderações sobre o gráfico de hierarquia nos revelam a abrangência do nó **projeto**, haja vista o termo “permeiar” tanto nas atividades relativas ao preenchimento dos *templates* na Plataforma FlexQuest, como na realização das tarefas para a confecção dos produtos.

No entanto, chamou-nos atenção o considerável volume do nó **facilidades**, o que nos remete ao entendimento de que houve um reconhecimento de que tanto a plataforma como a experiência em ABP contribuíram para um aprendizado mais expressivo, o que pode ser observado nos depoimentos dados pelos estudantes, a partir das referências codificadas relacionadas ao nó em questão. No Quadro 5, encontra-se uma forma de visualizarmos o vínculo entre os nós e as unidades texto-codificadas.

Quadro 5 – Respostas dos alunos para as categorias estabelecidas

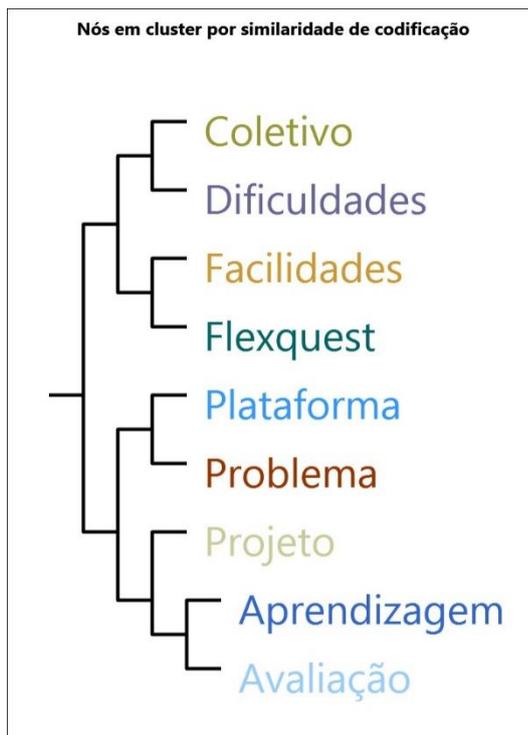
Categorias de análise (nós)	Resposta dada pelos alunos (unidades de textos codificadas vinculadas aos nós)
Projeto	Tendo como base os casos, tentamos explicar da melhor forma o passo a passo do projeto Ajudou na complementação de ideias para a execução do projeto.
Facilidades	Um entendimento mais aprofundado das partes do projeto Ajudou na complementação de ideias para a execução do projeto
Plataforma e FlexQuest	A plataforma flexquest agrega e permite relacionar vários temas aos contextos dos projetos e dessa forma facilitando, se necessário, a determinação de uma solução para o projeto. A plataforma flexquest nos ajudou bastante devido ao detalhamento com que os casos e minicasos vão disponibilizando, facilitando assim o entender do projeto. Uma plataforma na poderemos apresentar um projeto bem elaborado com situações e problematizações que levarão a questionamentos que serão ilustrados com textos, imagens e/ou vídeos.
Dificuldades	No início foi complicado para entender, porém depois da compreensão é uma ótima plataforma. Tivemos algumas dificuldades com a programação do arduino, uma das etapas modificadas
Coletivo	Grupo se envolveu 100% em todas as etapas do projeto, desde a compra do material até a publicação no flexquest. De maneira completa, todo o grupo se ajudou de maneira financeira e intelectual para a conclusão do projeto.
Aprendizagem	Foram várias pequenas coisas como: aprender a programar na plataforma do Arduino, compreensão do pequeno circuito que fizemos, procurar os elementos e dispositivos compatíveis com esse tipo de circuito ou até mesmo procurar a melhor planta para a demonstração de irrigação (no caso do nosso projeto). Compreensão de cada situação e elaboração de textos a partir de referências retiradas de sites específicos da internet.
Problema	Facilitou a visualização dos problemas enfrentados e suas possíveis causas, consequentemente também facilitou as soluções desses problemas
Avaliação	A construção de um projeto envolve diversos fatores que contribuem na avaliação, tanto individual, como em grupo. dando parâmetros para desenvolvimento do aluno. onde o resultado desse desenvolvimento é notado de forma ímpar, contribuindo tanto para o aluno como o professor em sua avaliação.

Fonte: Dados da pesquisa

Destaca-se também a dimensão dos nós **Plataforma e FlexQuest**, reiterando nossas observações em relação ao quanto que a integração destes com a ABP se mostrou adequada, influente e eficiente para proporcionar situações de ensino e aprendizagem de cunho interdisciplinar. Em seguida, podemos apontar a relevância dos nós **dificuldades e coletivo**, seguidos pelos nós **aprendizagem, problema e avaliação**.

O Software *NVivo 11* fornece, ainda, um diagrama onde podem ser visualizadas as similitudes de codificação entre os nós, apresentadas através da Figura 21. Dessa forma, observa-se que o nó **coletivo** fora codificado de maneira similar ao nó **dificuldades**, donde pode-se aferir uma possível dificuldade dos alunos em trabalhar em grupo, apesar dos depoimentos apontarem diversos benefícios nesta dinâmica.

Figura 21 – Relação dos nós por similaridade de codificação



Fonte: Dados da pesquisa

De maneira análoga, o nó **FlexQuest** esteve relacionado ao nó **facilidades**. Esse fato pode ser interpretado como um reconhecimento, por parte dos alunos, de que a estratégia FlexQuest pode ter facilitado a organização e realização dos trabalhos referentes à confecção do produto requisitado, como também contribuiu para que os conceitos requeridos na construção de soluções pudessem ser mobilizados.

O atrelamento do nó **Plataforma** ao nó **problema**, conforme esclarecido anteriormente, deu-se por conta da apresentação de diversas instabilidades durante o acesso e preenchimento dos *templates* na ferramenta, o que foi alvo de contestações por parte dos estudantes. A última vinculação entre as similaridades de codificação deu-se entre os nós **projeto** e a conexão entre os nós **aprendizagem** e **avaliação**.

CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia permeia no cotidiano de cidadãos e cidadãs, fato que certamente traz implicações para a forma como educamos nos tempos de agora. Atualizar o fazer-docente implica em novas propostas para ensinar e aprender, e este trabalho propôs a integração de duas dessas proposições no intuito de agregar a uma aprendizagem ativa e permeada pelo saber fazer, uma das teorias do desenvolvimento cognitivo.

No capítulo referente às discussões sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos, pontuamos a necessidade da produção de pesquisas que se ocupem de formular atividades de projetos relacionadas a teorias de aprendizagem. O conjunto de conceitos teóricos constituintes dessa pesquisa vem, então, fornecer um produto que possa ser objeto de estudo por todos aqueles que busquem melhorar sua prática pedagógica, seja no ensino das ciências, como no ensino da engenharia, por exemplo.

Saber fazer, atualmente, é tão importante quanto saber utilizar os recursos tecnológicos disponíveis para modernizar a prática pedagógica. Com isso, incorporar elementos da Web 2.0 no dia a dia dos professores e estudantes é nossa tarefa mais urgente. Nesse sentido, a Plataforma FlexQuest, ambiente *web* de materialização da estratégia FlexQuest, proporciona a professores e estudantes uma possibilidade de apreensão de conceitos já nesse novo ambiente do conhecimento: o ciberespaço.

Todos os nossos esforços convergiram no sentido de averiguar as possibilidades do uso integrado das FlexQuest com a ABP na construção de um ensino em engenharia de maneira interdisciplinar, conforme indagado na nossa questão de investigação.

Ao analisarmos os trabalhos dos alunos, como também as respostas ao inquérito, percebemos a interdisciplinaridade em praticamente todas as etapas do projeto, onde esta se faz presente no preenchimento dos objetivos de projeto ainda na plataforma, na concepção do produto que viesse a responder à questão inicial do projeto e, também, na montagem dos casos e minicasos. É importante ressaltar que pode ser encontrado no relatado dos estudantes a utilização de conteúdos de várias disciplinas para a elaboração dos produtos.

O fato dos entendimentos conceituais e tecnológicos estarem em consonância a uma consciência ambiental sobre o uso eficiente da água, corrobora com os entendimentos atuais da UNESCO no que diz respeito ao futuro profissional de engenharia no mundo e as implicações das decisões da engenharia na sociedade.

Pudemos inferir que nossos objetivos - geral e específicos - foram alcançados. A busca incessante por informações que viessem a subsidiar a construção de uma proposta viável de projeto fez com que os alunos pudessem aplicar os conhecimentos em um contexto diferente daquele explanado nos casos e minicasos, configurando momentos de plena utilização da Flexibilidade Cognitiva.

O *template* Questões cuidou-se de lembrar aos estudantes que as escolhas técnicas provocam reações nas dimensões sociais e ambientais, e a construção desses momentos se dão através de várias discussões. Essa etapa ser interpretada como um período de diversas indagações, tanto entre os membros do grupo como entre o indivíduo e os conteúdos, propiciando um possível emergir de processos de questionamento.

A apreciação do questionário final de projeto nos remete a uma predileção dos estudantes para a resolução dos problemas em grupo, como também à preocupação para que todos os estudantes estejam engajados nas das tarefas. A inteligência coletiva pode, então, ser enxergada através do semear desse espírito de grupo, visando à entrega do produto final, respeitando as implicações técnicas e ambientais.

Nos processos, entendidos como sequências especiais para o alcance do objetivo final do projeto, ficaram evidentes as escolhas teóricas para a confecção do produto, materializadas na transferência, documento geral de elaboração dos produtos. A partir desse momento, as fases seguintes da sequência didática em ABP sugerem a construção dos protótipos e, por fim, a apresentação dos produtos e seus respectivos relatórios.

Na proposta didático-metodológica proposta nesta dissertação, percebe-se a forma ativa a qual os estudantes se portam em busca da construção do seu próprio conhecimento, respeitando-se a autonomia destes para a coleta de informações, organização e divisão das tarefas de projeto, monitoramento do tempo e elaboração das soluções. Todas essas características estão elencadas como pressupostos de uma Aprendizagem Ativa.

Todo o exposto permite concluir que a integração entre a FlexQuest a uma abordagem de Aprendizado Baseada em Projetos pode contribuir na apreensão de conceitos científicos e tecnológicos, facilitando a ação dos estudantes para a confecção de produtos com utilidades reais através de uma dinâmica interdisciplinar entre os conteúdos trabalhados.

No entanto, apesar de enxergarmos todas as potencialidades acima descritas, a proposta ainda requer o debruçar de pesquisadores, visando à investigação das tratativas que possam fazer essa integração avançar pelas salas de aula brasileiras. De logo, salta-se a necessidade de

outros estudos que indiquem os estudantes como elaboradores dos projetos na Plataforma FlexQuest, explorando sua utilização em cada um dos níveis de ensino.

A partir dessa sugestão, seria bastante proveitoso inferir, através da observação dos momentos de debates entre os membros de cada um dos grupos, quais são os argumentos conceituais utilizados pelos estudantes para a definição dos conteúdos a serem postados na plataforma. Essas observações poderiam trazer valiosas informações sobre o efetivo aprendizado dos conceitos, como também revelar a forma como esses conceitos se sobrepõem aos entendimentos de senso comum.

Ao final dos trabalhos relativos a esta dissertação, o sentimento que nos toma é de que o ensino das ciências, e em especial o ensino da engenharia, pode ser praticado a partir de outras propostas. Esta dissertação apresentou apenas uma das tantas possibilidades já existentes para que a prática didático-metodológica das escolas de engenharia seja modernizada, sem que haja para tal um excessivo dispêndio financeiro.

A vontade de que nos toma é de aprofundar nas investigações e contribuir, cada vez mais, na proposição de opções para superarmos, de vez, o ensino tradicional.

Que venha o doutorado!

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Eliane Vigneron Barreto. **As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem**. In: *Vértices*, vol. 10, n. 1/3, jan/dez. 2008.
- ALEIXO, A. A.; LEÃO, M. B. C.; NERI DE SOUZA, F. **FlexQuest: potencializando a WebQuest no Ensino de Química**. *Revista FACED*, v. 14, p. 119–133, 2008.
- ALVES-MAZZOTTI, A.J. **Usos e abusos dos estudos de caso**. *Cadernos de pesquisa*. v. 36, n. 129, p. 637-651, 2006.
- AMARAL-ROSA, M.P.; EICHLER, M.L. **O software QSR Nvivo: utilização em pesquisas no ensino de Química**. *Educação Química em Punto de Vista*, v. 1, n. 1, 2017.
- ARAÚJO, Ulisses F. **A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social**. *ETD: educação temática digital*, Campinas, v. 12, 2011.
- BARBOSA, E.F; MOURA, D.G. **Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica**. *B. Tec. Senac*, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, 2013.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229p.
- BARGE, S. (2010). **Principles of Problem and Project Based Learning: The Aalborg PBL Model**. Aalborg University internal publication.
- BARRETO, M. A. M., WATANABE, K. N., GRILLO, C. C., PEREIRA, M. **Liderança: percepção de alunos ingressantes de um curso de Engenharia de Produção em um ambiente de aprendizagem baseada em projetos**. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, [S.l.], n. 34, p. 77-83, jun. 2017. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1343/660>>. Acesso em: 04 a. 2018.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Mari, Espanha: OEI (Organização dos Estados Iberoamericanos), 2003.
- BEMBEM, Ângela Halen Claro. SANTOS, Plácida Leopoldina V. Amorim da Costa. **Inteligência coletiva: um olhar sobre a produção de Pierre Lévy**. *Revista Perspectivas em Ciência da Informação*, v.18, n.4, p.139-151, out. /dez. 2013.

BENDER, W. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan. /jun. 2011

BRASIL. Ministério da Educação – Conselho Nacional de Educação - Câmara de Ensino Superior. **Resolução CNE/CES, de 11 de março de 2002, que institui Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação em Engenharia**. Brasília: Ministério da Educação, 2002a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 15 de out. 2016.

BRYMAN, A. **Qualitative research on leadership: A critical but appreciative review**. The leadership quarterly, v. 15, n. 6, p. 729-769, 2004.

BUONICONTRO, Célia Mara Sales. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS, **O processo de construção da prática pedagógica do engenheiro-professor: um estudo no curso de engenharia mecatrônica da PUC Minas, 2001**. Dissertação (Mestrado).

CACHAPUZ, A.; GIL- PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P de; PRAIA, J. e VILCHES, A. (org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAÑAS, J. J., FAJARDO, I., & SALMERON, L. (2006). **Cognitive flexibility**. In W. Karwowski (Ed.) International encyclopedia of ergonomics and human factors (2nd Ed., pp.297- 301). Boca Raton, FL: CRC Press

CAÑAS, J. QUESADA, J., ANTOLI, A. e FEJARDO, I. (2003). **Cognitive flexibility and the development to environmental changes in dynamic complex problems: effects of different types of training**. Ergonomics Science, 46 (5), 95-108.

CARVALHO, A. A. **Os Documentos Hipermedia Estruturados Segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva: importância dos comentários temáticos e das travessias temáticas na transferência do conhecimento para novas situações**. Tese de Doutorado. Braga: Universidade do Minho, 1998.

CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CARVALHO, J. S., ERIGLEIDSON, J., LEÃO, M. I., SOARES, M. S. P., CZESZAK, W. C. **Educação na Cibercultura: comunidades de aprendizagem para mobilização da inteligência coletiva** (Revista UDESC Virtu@l. vol.1, n.2.). Florianópolis: UDESC. 2009.

CIRILO, R. P.; PORTO, M. G.; LEÃO, M. **Proposta de integração entre a Flexquest e a aprendizagem baseada em projetos.** Enseñanza de las Ciencias, n. extra, p. 1753-1758, 2017.

CLEOPHAS, M. P.; CAVALCANTI, E. L. D.; LEÃO, M. C. **Jogo de Realidade Alternada (ARG): Definições, contribuições, limitações e potencialidades para cibtexos educacionais.** In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis, SC, 2016.

COSTA, Rogério da. **Inteligência coletiva: comunicação, capitalismo cognitivo e micropolítica.** Revista FAMECOS: mídia, cultura e tecnologia, núm. 37, diciembre, 2008, pp. 61-68 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul Porto Alegre, Brasil.

CNI. **Propostas da indústria para as eleições 2014.** Caderno 20 - Recursos humanos para inovação: engenheiros e tecnólogos. Brasília, 2014.

DAGNINO, R. **Dimensões para a análise e desenvolvimento de Tecnologia Social.** In: Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2014, pp.185-206.

DA SILVA, E.R.; DOTTA, S.D. **Interfaces da flexibilidade cognitiva e da aprendizagem em fóruns de discussão.** RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, v. 21, n. 1, p. 303-322, 2018.

DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa.** Campinas, SP: Autores Associados, 1997.

DELIZOICOV D.; ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências - Fundamentos e Métodos.** 4a. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011.

DE NARDIN, A.C.; FRUET, F.S.O.; DE BASTOS, F.P. **Potencialidades tecnológicas e educacionais em ambiente virtual de ensino-aprendizagem livre.** RENOTE, v. 7, n. 3, p. 401-410, 2009.

DOXSEY J. R.; DE RIZ, J. **Metodologia da pesquisa científica.** ESAB – Escola Superior Aberta do Brasil, 2002-2003. Apostila.

DYM, C. L. et al. **Introdução à engenharia: uma abordagem baseada em projeto.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 346p

Dwek, M. **Por uma renovação da formação em engenharia: questões pedagógicas e curriculares do atual modelo brasileiro de educação em engenharia /** Mauricio Dwek. – Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

ELLET, W. **Manual de estudo de caso: como ler, discutir e escrever casos de forma persuasiva**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 270p.

ESCRIVÃO FILHO, Edmundo; RIBEIRO, Luís Roberto de Camargo. **Inovando no ensino de administração: uma experiência com a aprendizagem baseada em problemas (PBL)**. Cad. EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 6, n. spe, p. 01-09, ago. 2008.

ESTEBAN, M. P. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ESTEVE, J. M. **A terceira revolução educacional: a educação na sociedade do conhecimento**. São Paulo: Moderna, 2004.

Estudo de Caso - Planejamento e Métodos - 5ª Ed. 2015.

FAZENDA, I. C. A.; SANTOS, C.A.M; M. A. M. José. **O uso de metodologias ativas de aprendizagem a partir de uma perspectiva interdisciplinar**. In: Educere - XII Congresso Nacional de Educação, 2015, Curitiba. Educere, 2015.

FEENBERG, A. **Teoria Crítica da Tecnologia: um Panorama**. In: Neder, Ricardo T. (org.), Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/Centro de Desenvolvimento Sustentável - CDS. Ciclo de Conferências Andrew Feenberg. Série Cadernos Primeira Versão. A construção crítica da Tecnologia e Sustentabilidade, 2010. Vol. 1. Número 3.

FILHO, E. E.; RIBEIRO, L. R. C. **Aprendendo com PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC – USP**; Revista Minerva – Pesquisa e Tecnologia, vol. 6, n.1, p. 23-30. 2009.

FLORES, M. A; FERNANDES, S.; Lima, R. M. 2007. **A Tutoria no contexto do Project-Led Education (PLE): Potencialidades e Desafios**. In Tutoria e Mediação em Educação, ed. A. M. V. Simão, A. P. Caetano & I. Freire, 89 - 113. ISBN: 978-989-8272-03-4. Universidade de Lisboa: Educa.

Fourez, G. **Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences**. Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.

FRANCO, S. R. K. **Ensino e Construção do Conhecimento: é possível pensar o ensino de engenharia como construção do conhecimento?** In: ANDREATTA-DA-COSTA, L., NITZKE, J.A. A educação em engenharia: fundamentos teóricos e possibilidades didático-pedagógicas. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 50 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GUERRA, C.G.; RODRIGUES, F.L.; CURIÃO, G.A. **Flexibilidade cognitiva e inteligência emocional: contributos para o estudo da sua interacção em profissionais de saúde**. II Seminário de I&DT-Consolidar o conhecimento, perspectivar o futuro, 2010.

GUERRA, C. G.; CANDEIAS, A.; PRIETO, G. **Flexibilidade Cognitiva: Repensar o conceito e a Medida da Inteligência** (L. S. Almeida et al., Eds.). *Cognição, Aprendizagem e Rendimento - I Seminário Internacional*. Anais...Minho: Universidade do Minho, 2014. Disponível em: [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28539/1/Cognição,Aprendizagem e Rendimento.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28539/1/Cognição,Aprendizagem_e_Rendimento.pdf)

GALEANA de la O L., **Aprendizaje basado en proyectos**. <http://www.ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27>. 2006.

GUEDES, J.D., SOUZA, A.S., SIDRIM, F.M.L., LIMA, Q. F. O. **Pedagogia de Projetos: Uma Ferramenta para a Aprendizagem**. *Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*. V.10, N. 33. Supl. 2. Janeiro2017

GUSSO, D. A; NASCIMENTO, P. A. M. M. **Contexto e dimensionamento da formação de pessoal técnico-científico e de engenheiros**. *Revista Radar*, nº 12 (Publicação do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA), 2011.

HELLE, L.; TYNJÄLÄ, P.; OLKINUORA, E. **Project-based Learning in Post-secondary Education – Theory, Practice and Rubber Sling Shots**. *Higher Education*, v. 51, n. 2, p. 287–314, 2006.

INEP/CONFEA (2010). **Compêndio (11 volumes): Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia**, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira e Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, Brasília, 2010.

J. B. LAUDARES, E. L. PAIXÃO, A. R. VIGIANNI, **O ensino de engenharia e a formação do engenheiro: contribuição do Programa de mestrado em tecnologia do cefet-mg – educação tecnológica**. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 27, n. 1, p. 8- 16, 2008.

JAPIASSU, H & MARCONDES, D. **Dicionário Básico de Filosofia**. 3ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001

KAWAMURA, Lili. **Engenheiro: trabalho e ideologia**. São Paulo: Ática,1981.

KIRSCHBAUM, Charles. **Decisões entre pesquisas quali e quanti sob a perspectiva de mecanismos causais**. Rev. bras. Ci. Soc. vol.28 no.82 São Paulo June 2013.

KNOLL, M. (1997). **The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development**. Journal of Industrial Teacher Education, 34(3), 59–80.

LAGE, M. C. **Utilização do software NVivo em pesquisa qualitativa: uma experiência em EaD**. ETD-Educação Temática Digital, v. 12, n. esp., p. 198-226, 2011.

LEÃO, M. B. C., NERI DE SOUZA, F., & MOREIRA, A. **FlexQuest: literacia da informação e flexibilidade cognitiva**. Indagatio Didactica, 3(3), pp. 108–125. 2011.

LEÃO, M. B. C.; LINS, W. C. B.; MELO, A. and; QUEIROZ, D. **Plataforma Flexquest para Conhecimentos de Ciências**. In IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, pp. 672–677. 2013.

LEIMEISTER, J. M. **Collective Intelligence**. In: Business & Information Systems Engineering, Ausgabe/Number: 4, Vol. 2, Erscheinungsjahr/Year: 2010. Seiten/Pages: 245-248. 2010

LÉVY, P. **A Inteligência Coletiva. Por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Edições Loyola, 1999a.

_____. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. 4.ed. São Paulo: Loyola.2003.

_____. **Cibercultura**. (Trad. Carlos Irineu da Costa). São Paulo: Editora 34, 2009.

LIMA, R. M., DINIS-CARVALHO, J., CAMPOS, L. C. d., MESQUITA, D., SOUSA, R. M., & ALVES, A. (2014, July 28–29). **Projects with the industry for the development of professional competences in industrial engineering and management**. Paper presented at the Sixth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE'2014), Medellin, Colombia.

LIMA, Rui M; CARVALHO, Dinis; SOUSA, Rui M; ALVES, Anabela; MOREIRA, Francisco; MESQUITA, Diana; FERNANDES, Sandra. 2011. **Estrutura de Gestão para Planejamento e Execução de Projetos Interdisciplinares de Aprendizagem em Engenharia**. In Estrutura de Gestão para Planejamento e Execução de Projetos Interdisciplinares de Aprendizagem em Engenharia, 87 - 121. ISBN: 978-85-283-0429-9. São Paulo, Brasil: EDUC – Editora da PUC-SP.

LINI, R. MATTASOGLIO NETO, O. **Análise da Atividade em Formato PBL Realizada na Disciplina de Engenharia Automobilística no Curso de Engenharia Mecânica.** Anais do 9.º Seminário Mauá de Iniciação Científica. 2017.

LOBO, Alex Sander Miranda; MAIA, Luiz Cláudio Gomes. **O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior.** Caderno de Geografia, v. 25, n. 44, 2015.

LODER, L. L. **A epistemologia e a educação em engenharia, o positivismo de Comte: contribuições à formação do pensamento crítico no século XIX.** In: ANDREATTA-ACOSTA, L., NITZKE, J.A. A educação em engenharia: fundamentos teóricos e possibilidades didático-pedagógicas. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS, 2012.

LUCIAN, Rafael. **Rethinking the Use of Likert Scale: Tradition or Technical Choice.** In PMKT – Brazilian Journal of Marketing, Opinion, and Media Research (PMKT online), São Paulo, v. 9, n. 1, p. 11-26, jan.-abr. 2016. Disponível em <http://www.revistapmkt.com.br/Portals/9/Revistas/v9n1/en-GB/2_Rethinking%20the%20Use%20of%20Likert%20Scale%20Tradition%20or%20Technical%20Choice%20-%20INGL%C3%8AS.pdf>

MAINGINSKI, F. E.; RESENDE, L. M. M.; PENTEADO, A. L. **UTILIZAÇÃO DE WEBQUESTS NA FORMA DE BLOG COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA CIÊNCIA DOS MATERIAIS.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online), v. 14, p. 109-119, 2012.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da Pesquisa em Educação.** Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MARCHESAN, M. R.; KUHN, M. C. Alfabetização científica e tecnológica na formação do cidadão. Revista Thema, p. 118-129, 2016.

MASSON, T. J., Miranda, L. F., Munhoz Jr, A. H., and Castanheira, A. M. P. (2012). **Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl).** COBENGE 2012.

MARKHAM, T.; LARMER, J.; RAVITZ, J. **Aprendizagem Baseada em Projetos.** Artmed Editora S/A, Porto Alegre, 2008.

MARTINS, V. J.; OZAKI, S. K.; RINALDI, C.; PRADO, E. W. D. **A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPr) na construção de conceitos químicos na potabilidade da água.** Revista Prática Docente, v. 1, p. 79-90, 2016.

MAZUR, Erick. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa.** Porto Alegre: Penso, 2015.

MINAYO, Maria. C. S. **Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social**. In: MINAYO, Maria. C. S (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p.09-29.

MITRE, S. M.I; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDIDE MENDONÇA, J. M.; MORAISPINTO, N. M.; MEIRELLES, C.A.B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. Al. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais**. Ciências e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 13, 2008.

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Coleção Mídias Contemporâneas. 2015.

NASCIMENTO, T.E; COUTINHO, C. **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências**. Multiciência Online, URI – Santiago. Vol.2 - Nº3. 2017.

NERI DE SOUZA, F. **Questionamento activo na promoção da aprendizagem activa**. VII Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências, 1-12. 2009.

DE SOUZA, F; MOREIRA, A. **Perfis de questionamento em contextos de aprendizagem online**. IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, n. 12, p. 15-25, 2010.

NODARI, Felipe et al. **Contribuição do Maxqda e do NVivo para a Realização da Análise de Conteúdo**. In: XXXVIII ENCONTRO DA ANPAD, 38, 2014, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Anpad, 2014. p. 1 – 16.

NOUBEL, Jean-François. 2004. **“Intelligence Collective: la révolution invisible”**. In: The Transitioner. <www.TheTransitioner.org/ic>. Copyleft 2004 - Jean-François Noubel.

OLIVEIRA, C.L. **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da Metodologia de Projetos, na Educação Básica**, dissertação de mestrado – Capítulo 2, CEFET-MG, Belo Horizonte-MG, 2006.

OLIVEIRA, C. L. **A metodologia de projetos como recurso de ensino e aprendizagem na Educação Básica**. Tecnologia de Projetos. 2006.

OLIVEIRA, D. C. **Análise de conteúdo temático-categorial: Uma proposta de sistematização**. Revista de Enfermagem da UERJ, 16(4), 569-576. 2008.

OLIVEIRA, E. S.; GONZAGA, A. M. **Pedagogia de Projetos: uma alternativa didática ao Ensino de Ciências**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas, 2011. Anais...Campinas, ENPEC, 2011.

OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, N. N.; CARVALHO, D. M.; PEREIRA, F. A. A. **UM ESTUDO SOBRE A EXPANSÃO DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL**. Revista de Ensino de Engenharia da ABENGE, 2012.

OLIVEIRA, V. F.; TOZZI, M. J.; LODER, L. L. (ORG.). **Desafio da Educação e Engenharia**. 1ed. Brasília: ABENGE, 2014, v. 1, p. 153-231.

PASQUALETTO, T.I., VEIT, E.A., & ARAÚJO, I.S. **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 17(2), 551–577, 2017.

PÁTARO, R. F. **A terceira revolução educacional e os objetivos da escola: desafios para a formação de professores no Brasil**. In: XIII EDUCERE: Congresso Nacional de Educação? Formação de professores: contextos, sentidos e práticas, 2017, Curitiba - PR. Anais do XIII EDUCERE. Curitiba - PR: PUCPress - Editora Universitária Champagnat, 2017. v. 1. p. 1-16.

PATTON, A. **Work That Matters: The Teacher's Guide to Project-based Learning**. London: Paul Hamlyn Foundation, 2012.

PEDRO, L. F.; MOREIRA, A. **Os hipertextos de flexibilidade cognitiva e a planificação de conteúdos didáticos: um estudo com (futuros) professores de línguas**. Revista e Enseñanza y Tecnología, p. 29-35, set./dic. 2000.

PEÑA, L. M. **La inteligencia colectiva, una alternativa para el trabajo a distancia**. Revista Iberoamericana de Educación e Investigación en Enfermería. v. 2, n. 2, p. 4-6, 2012.

PEREIRA, E., OLIVEIRA, L.R. **TIC na Educação: desafios e conflitos versus potencialidades pedagógicas com a WEB 2.0**. Paper presented at the at the Second Conferência Ibérica em Inovação na Educação com TIC, Bragança, Portugal. 2012. Disponível em http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/19923/1/ietic_Br.aganca_2012.pdf

PRETTO, Nelson; PINTO, Cláudio da Costa. **Tecnologias e novas educações**. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, v. 11, n. 31, p. 19-30, Apr. 2006 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782006000100003&lng=en&nrm=iso>. access on 03 Abr 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782006000100003>.

POMBO, Olga. **Interdisciplinaridade. Ambições e Limites**. Lisboa: Relógio D'água, 2004.

POMBO, O. **Práticas interdisciplinares**. Sociologias, n. 15, p. 208-249, 2006.

REEVE, J. **Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive**. Educational Psychologist, Hillsdale, v. 44, n. 3, p. 159–175, 2009.

REZENDE, F.; COLA, C.S.D. **HIPERMÍDIA NA EDUCAÇÃO: FLEXIBILIDADE COGNITIVA, INTERDISCIPLINARIDADE E COMPLEXIDADE**. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 94-104, dez. 2004.

RIBEIRO, L. R. C. **Radiografia de uma aula de engenharia**. São Carlos: EDUFSCar, 2007.

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

SILVEIRA, M.A. **A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.

SANTOS, C. A. M. **O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR**. In: EDUCERE. XII Congresso Nacional de Educação PUC/ PR 2015.

SANTOS, H. N. **Políticas culturais e inteligência coletiva**. Contemporânea, Rio de Janeiro, v. 9, n.1, p. 36-45, 2011. Disponível em: <http://www.contemporanea.uerj.br/pdf/ed_17/contemporanea_n17_03_nepomuceno.pdf>. Acesso em: 26 set.2017.

SILVA, Sidcley Cavalcante da. **O uso da webquest no ensino de ciências: possibilidades e limitações**. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, W.G. **Limites e Possibilidades do uso da Webquest no Ensino de Física**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Exatas) - UFSCAR, São Carlos, SP, 2015.

SILVA, I. G. S. S.; **FLEXQUEST: Uma plataforma Web 2; 0 para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares visando a promoção de flexibilidade cognitiva**; 2016; Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SILVA, I. G. S. S.; Cleophas, M. G. **Uma proposta de trabalho interdisciplinar sobre a água: O caso da FlexQuest “O Fluido da vida”**. Enseñanza de las ciencias, v. Num Extra, p. 4949-4954, 2017.

SILVA, I. G. S. S.; NERI DE SOUZA, F.; LEÃO, M. B. C. **Da WebQuest à FlexQuest: Uma plataforma web 2.0 para a promoção de flexibilidade cognitiva e interdisciplinaridade**. In: Metodologia Webquest na educação: teoria e práticas pedagógicas (p. 111–131). Rio de Janeiro: Publit, 2015.

SILVA, I. G. DE S.; NERI DE SOUZA, F.; LEÃO, M. B. C. **Promoção de Flexibilidade Cognitiva e Interdisciplinaridade Através da FlexQuest® Uma Plataforma Web 2.0**. In: Investigação Qualitativa em Educação//Investigación Cualitativa en Educación. Volume 2, p.-405-410, 2015a.

SILVEIRA, M.A. **A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional**. Rio de Janeiro:PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.

SOARES, Vanessa Brulon; CASTRO, D. C. **Ou isto ou aquilo? A integração entre pesquisa qualitativa e quantitativa em estudos organizacionais no Brasil**. CURITIBA-PR, ENEO, 2012.

SOUZA, Samir Cristino de; DOURADO, Luis. **Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**. HOLOS, Ano 31, Vol. 5, 2015.

STAKE, R.E. (1998). **Case studies**. In N.K. Denzin e Y.S. Lincoln (eds.) Handbook of qualitative research, Thousands Oaks, Sage. Yin, R. K. (2002).

TREVELIN A.; PEREIRA A.; NETO D. **A utilização da “Sala de aula invertida” em cursos superiores de Tecnologia: Comparação entre o modelo tradicional e o modelo “Flipped Classroom” adaptado aos estilos de aprendizagem**. Revista de Estilos de Aprendizagem, nº12, Vol 11, outubro, 2013.

UNESCO. **“Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development”**, ISBN 978-92-3-104156-3, 2010. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf>>. Acesso em 14/03/2017.

VASCONCELOS, F. C.G.C. **Estratégia FlexQuest: possibilidades para a flexibilização do conhecimento**. Curitiba: Appris Editora, 2016.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. **Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia flexquest sobre radioatividade**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 17, n. 1, p. 37-58, 2012.

VERAS, U.; LEÃO, M. B. C. **O Modelo Webquest modificado**. Revista Iberoamericana de Educación (Online), v. 43, p. 3, 2007.

VIDMAR, M.P.; DE BASTOS, F.P.; ABEGG, I. **Flexibilidade cognitiva e hipermídia educacional na formação inicial de físicos-educadores**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 14, n. 3, p. 101-118, 2014.

WESTBROOK, Robert B.; TEIXEIRA, Anísio. **John Dewey** (trad. e org. José Eustáquio Romão, Verone Lane Rodrigues). Recife: Fundação Joaquim Nabuco: Editora Massangana, 2010. Coleção Educadores (MEC). Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4677.pdf>

World Economic Forum. 2016. **The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution**. Global Challenge Insight Report. Geneva, World Economic Forum.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICE – QUESTIONÁRIO FINAL DE PROJETO

Tópicos de Engenharia Elétrica 1

Prezados estudantes,

Nossos projetos ficaram, realmente, muito bons! Eu sempre soube que seriam capazes.

Por fim, peço gentilmente, que respondam com o máximo de sinceridade possível ao Questionário Final do nosso projeto.

A gente se vê em Tópicos de Engenharia Elétrica 2!

Nome: *

Texto de resposta curta

Idade *

Texto de resposta curta

Gênero *

Feminino

Masculino

Sobre o projeto...

Descrição (opcional)

1. Para o preenchimento dos atributos da plataforma (contextos, casos, minicasos, etc.), qual o formato preferido pelo grupo? *

- Reportagem em Texto
- Reportagem em vídeo
- Textos acadêmicos
- Vídeos acadêmicos
- Revistas científicas

2. Qual as fontes de pesquisa para a escolha do contexto do projeto: *

- Busca direta no Google sobre o tema
- Procura direta por vídeos no youtube
- Leitura de sites especializados nos assuntos para indicação de conteúdos
- Elaboração de um texto próprio
- Outro

Caso tenha marcado o item "outro", informe a fonte (ou fontes) *

Texto de resposta longa

3. Quais os critérios utilizados pelo seu grupo para a construção dos casos e minicasos na plataforma FlexQuest? *

Texto de resposta longa

⋮

4. Como o desmembramento de casos em minicasos contribuiu para o entendimento do problema de projeto? *

Texto de resposta longa

5. Na sua opinião, qual foi a etapa mais complexa durante a construção das soluções do projeto? *

Texto de resposta longa

6. Do total de decisões de projetos executadas, quantas delas foram discutidas por todo o grupo? *

- Todas
- A maior parte delas
- Poucas
- Nenhuma.



Sobre a plataforma Flexquest...

Descrição (opcional)

7. Quais as contribuições que a plataforma FlexQuest trouxe ao grupo (na sua opinião), no que diz respeito a elaboração do projeto proposto? *

Texto de resposta longa

8. Descreva um pouco sobre as modificações que a solução do projeto sofreu durante o percurso de elaboração das etapas propostas pela FlexQuest? *

Texto de resposta longa

9. Como se deu as contribuições dos membros do grupo para a construção do projeto? *

Texto de resposta longa

10. Para a construção final do projeto, certamente foram utilizados conhecimentos não contemplados na disciplina de Tópicos 1. Quais os conhecimentos que o grupo precisou mobilizar para a concretização do projeto final? *

Texto de resposta longa

11. Na sua opinião, defina o uso da plataforma Flexquest na realização do projeto. *

Texto de resposta longa

12. Numa posição crítica, explique o que MAIS gostou ao usar a plataforma Flexquest. *

Texto de resposta longa

13. Numa posição crítica, explique o que MENOS gostou ao usar a plataforma Flexquest. *

Texto de resposta longa

Dentre as etapas da plataforma Flexquest, qual (ou quais) achou mais complexa em realizar? Marque quantos itens achar necessário. *

- CONTEXTO
- CASOS
- QUESTÕES
- PROCESSO
- TRANSFERÊNCIA

Justifique a resposta anterior. *

Texto de resposta longa

Seção 4 de 5



Avaliação

Descrição (opcional)

Como você define a execução de projetos como método de avaliação? *

Texto de resposta longa

Os itens abaixo são afirmações. Preciso que se posicione de modo reflexivo sobre cada item analisado.

Descrição (opcional)

Pergunta *

	Perguntas	Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente
1	Aprendizagem baseada em projeto ou aprendizagem por projeto é uma abordagem pedagógica de caráter ativo que enfatiza as atividades de projeto e tem foco no desenvolvimento de competências e habilidades.				
2	Trabalhar em equipe facilita resolver os problemas.				
3	Produzir um produto ajudou bastante a minha aprendizagem sobre vários conceitos.				
4	Fui responsável pelo sucesso do meu grupo, pois agimos em conjunto.				
5	A realização do projeto me permitiu fazer várias coisas simultaneamente para atingir os resultados.				
6	A realização do projeto aumentou a sua motivação em resolver os problemas e atingir os resultados.				
7	Prefiro resolver problemas de modo coletivo.				
8	Com a execução do projeto me tornei mais ativo perante a minha aprendizagem.				
9	Tive que buscar novos conhecimentos para realizar o projeto.				
10	A plataforma flexquest é fácil de usar.				
11	A plataforma Flexquest facilita e estruturar o projeto.				
12	A aprendizagem baseada em Projetos melhorou o meu aprendizado.				