

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

EDERSON CARLOS GOMES

**CONTRIBUIÇÕES DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO
DE FÍSICA 3 EM UM CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA**

MARINGÁ- PR

2021

EDERSON CARLOS GOMES

**CONTRIBUIÇÕES DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO
DE FÍSICA 3 EM UM CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Educação para a Ciência e a Matemática do
Centro de Ciências Exatas da Universidade
Estadual de Maringá.

Orientadora: Polônia Altoé Fusinato

Coorientador: Michel Corci Batista

MARINGÁ- PR

2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

G633c

Gomes, Ederson Carlos

Contribuições de metodologias ativas para o ensino de física 3 em um curso de engenharia eletrônica / Ederson Carlos Gomes. -- Maringá, PR, 2021.
194 f.: il. color., figs., tabs., maps.

Orientadora: Profa. Dra. Polônia Altoé Fusinato.

Coorientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista .

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2021.

1. Engenharia eletrônica - Ensino de física. 2. Ensino de engenharia - Metodologia ativa de ensino. 3. Ensino de mecânica - Aprendizagem significativa. I. Fusinato, Polônia Altoé, orient. II. , Michel Corci Batista, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Departamento de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. IV. Título.

CDD 23.ed. 621.381

EDERSON CARLOS GOMES

Contribuições de metodologias ativas para o Ensino de Física 3 em um curso de Engenharia Eletrônica

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em *Ensino de Ciências e Matemática*.

BANCA EXAMINADORA



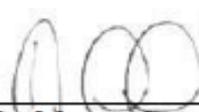
Prof. Dra. Polônia Altoé Fusinato
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dra. Adriana da Silva Fontes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR



Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR



Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dr. Luciano Carvalhais Gomes
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 02 de Fevereiro de 2021.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, amigos, orientadores, colega de curso e de trabalho, enfim, para todas aquelas e todos aqueles que direta ou indiretamente participaram desta construção. Desde ouvir um simples desabafo até aos que me orientaram, incentivaram, corrigiram e me mostraram que fazer pesquisa num país onde não se valoriza a Ciência é um desafio contínuo na busca de uma educação de qualidade, transformadora, que tenha como primórdio a valorização do ser humano e a preservação do planeta para as futuras gerações de todas as espécies.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é o ato de lembrar daqueles que de alguma forma ou momento se fizeram presentes em algo que marcou nossas vidas.

Nesse momento quero agradecer a todas e todos que estiveram presentes em no decorrer deste trabalho, e ressalto que a ordem de menção não caracteriza o grau de importância em minha vida.

Primeiramente agradeço a Deus, que em suas infinitas possibilidades de existência, propiciou condições e sentido para a realização deste trabalho, não me deixando esmorecer nos momentos desanimadores. Também agradeço a Nossa Senhora de Aparecida, que tanto tenho devoção em suas intercessões, quando as pedi em oração.

Quero agradecer as Redes Públicas de Educação e todos os seus defensores, que apesar de tantos problemas e desvalorização por parte de muitos governantes, ainda são fontes de esperança de transformação social, principalmente para aqueles que lutam para ter comida na mesa, quem dera uma formação educacional descente, para que possam lutar por melhor condições de vida.

Sendo assim, aproveito o momento para agradecer a extinta Escola Rural Municipal João de Lima em Janiópolis-PR, que na pessoa da professora Valdirene Lucas da Silva, não media esforços para nos proporcionar um aprendizado do Ensino Fundamental I, digno e de qualidade, mesmo com as condições sendo precárias.

Agradeço ao Colégios Estaduais Maria Cândida de Jesus e Antônio Lacerda Braga, onde respectivamente estudei meu Ensino Fundamental II e Médio, bem como todos os professores, que seria impossível nomear a todos neste momento. Foram eles que permitiram a continuidade de meus estudos, mesmo tendo sido morador e trabalhador rural, onde o acesso a escola sempre foi um desafio diário.

Agradeço a Universidade Estadual de Maringá-UEM, que sendo pública, gratuita e de qualidade, possibilitou que um trabalhador rural (capinando com enxada) e filho de agricultor concluísse uma graduação, sendo um grande passo rumo ao mestrado e doutorado (roceiro virou doutor).

Ainda em relação a UEM, agradeço imensamente ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática-PCM, pela oportunidade, bem como todos os seus professores pelo conhecimento compartilhado, e a secretária Sandra Grzegorzcyk pela prestatividade, atenção e profissionalismo.

Em especial, meu agradecimento é para meus orientadores Prof. Dr. Michel Corci Batista e Prof.^a Dr.^a. Polônia Altoé Fusinato, pela aceitação, credibilidade, dedicação, parceria, amizade, orientação e sabedoria, sempre oferecendo apoio, palavras sábias e acalentadoras nos momentos difíceis, mostrando-me o caminho correto a seguir.

Agradeço carinhosamente pela amizade, companhia, ajuda e parceria de alguns amigos que fiz na Pós-Graduação, tais como Cleiton Feitosa, Eliane Siviero, Roze Luz, Ourídes Santin, Marcos Alves, Amadís Matos, Marianna Florentina, Flavia Bedin, Geislana Duminelli, Fran Rodrigues, Herderson Almeida, entre outros que foram importantes.

Agradeço aos meu pai Luiz Carlos Gomes (seu Luiz) e minha mãe Maria de Lourdes Maraya Gomes (dona Lurdinha), pessoas batalhadoras, guerreiras, que sempre valorizaram o trabalho e a escola dos seus filhos, nunca nos deixou faltar nada, dentro de suas possibilidades.

Agradeço aos meus queridos irmãos Edivânia Gomes e Luiz Carlos Gomes Filho, e minha prima Paty Maraya, que sempre estiveram ao meu lado e dão real sentido do contexto de família. Aproveito para agradecer a todos os demais familiares, e sou muito grato por tê-los em minha vida, são maravilhosos mesmo até nas divergências políticas.

Quero agradecer ao Colégio Estadual de Cultura Universal de Farol-PR e ao Centro Estadual de Educação Profissional Agrícola de Campo Mourão pelas flexibilizações de horários, apoio e parceria quando necessitei. Também estendo os agradecimentos para todos os colegas professores e agentes educacionais.

Agradeço a UTFPR e mais uma vez ao Prof^o. Dr Michel Corci Batista, pela sessão de espaço físico, meios e público para realização desta pesquisa.

Meus agradecimentos vão para Bianca, Thiago, Luciane, Shirley, Luciene, Claudeci, Meire, Rosenilda, Genivaldo, Fran Kavart ... parceiros da vida, que sempre estiveram presentes, dando apoio incondicional.

Enfim, a todas e todos, meu muito obrigada(o)!

Por milhões de anos, a humanidade viveu como os animais. Então aconteceu algo que desencadeou o poder da nossa imaginação. Nós aprendemos a falar. E nós aprendemos a ouvir. A fala tem permitido a comunicação de ideias, permitindo aos seres humanos trabalhar em conjunto. Para construir o impossível. As maiores conquistas da humanidade surgiram em decorrência da fala. E os maiores fracassos pela falta dela. Não precisa ser desta forma! Nossas maiores esperanças poderiam se tornar realidade no futuro. Com a tecnologia à nossa disposição, as possibilidades são ilimitadas. Tudo o que precisamos fazer é garantir que continuemos conversando.

- Stephen Hawking

GOMES, Ederson Carlos. **Contribuições de metodologias ativas para o ensino de física 3 em um curso de engenharia eletrônica**. 2021. 195 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2021.

RESUMO

O ensino em Engenharia no Brasil ainda é, na sua maioria, desenvolvido de forma tradicional, e para superar esse modelo de ensino as metodologias ativas são vistas como estratégias de ensino que podem contribuir para uma mudança paradigmática e atender aos anseios formativos necessários para essa área do conhecimento. Visando desenvolver subsídios para superar esse problema, esta pesquisa teve como objetivo investigar a contribuição de diferentes metodologias ativas aplicadas em uma turma do curso de Engenharia Eletrônica, na disciplina de Física 3, para a formação inicial de engenheiros eletrônicos. Em busca de subsídios, inicialmente realizamos um “estado do conhecimento” para identificar as contribuições das pesquisas que envolveram o ensino de Engenharia e o uso das metodologias ativas, e em seguida propusemos para a disciplina de Física 3 do 2º período do curso de Engenharia Eletrônica da UTFPR/CM um curso envolvendo diversas estratégias ativas, como Método do Caso, ABPr, *Peer Instruction*, Sala de Aula Invertida e ABPj. Este trabalho possui natureza qualitativa e, para a constituição dos dados, utilizamos questionários, diário de campo, mapas conceituais bem como todos os documentos produzidos pelos alunos durante a implementação da proposta. Os dados foram analisados por meio da teoria da Análise de Conteúdo, a fim de verificar os elementos teóricos da Aprendizagem Significativa, tais como: organização hierárquica, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Constatamos que a área de ensino de Engenharia possui um campo com um grande potencial para ser desenvolvido com o uso das metodologias ativas, também que o ensino de Física 3, quando desenvolvido por meio das estratégias ativas, faz com que o acadêmico se torne agente ativo junto com o professor na construção do conhecimento, de modo flexível e dinâmico, favorecendo o aprendizado, pois os dados coletados apresentam elementos que nos possibilitam inferir a ocorrência de indícios da Aprendizagem Significativa, o desenvolvimento das competências estabelecidas nas DCNs de graduação em Engenharia, além de reduzir as reprovações na disciplina de Física 3. Acreditamos que essa flexibilidade de trabalho pode enriquecer a prática pedagógica do professor que busca apresentar aulas diferenciadas e mais atrativas para seus alunos, propiciando o interesse e participação dos mesmos, superando a aprendizagem mecânica.

Palavras-chave: Ensino de Física. Metodologias Ativas. Aprendizagem Significativa. Ensino de Engenharia. CDIO.

GOMES, Ederson Carlos. **Contributions of active methodologies on physics 3 teaching in an electronic engineering course.** 2021. 195 p. Thesis (Doctorate degree in Education for Science and Mathematics) State University of Maringá, Maringá, 2021.

ABSTRACT

Engineering education in Brazil is still mostly developed in a traditional way, and to overcome this teaching model, active methodologies are seen as strategies that could contribute to a paradigmatic change and meet the formative goals necessary for this area of knowledge. Aiming to develop means to overcome such problem, this research intends to investigate the contribution of different active methodologies applied in a class of Electronic Engineering course, in the discipline of Physics 3 to the initial training of electrical engineers. Seeking for subsidies, we initially carried out a “State of Knowledge” to identify the contributions of the research that involved the teaching of Engineering and the use of active methodologies, then we proposed for the Physics 3 subject, on the 2nd period of the Electronic Engineering course from UTFPR/CM classes involving several active strategies, such as Case Method, ABPr, Peer Instruction, Inverted Classroom and ABPj. Our work has a qualitative nature and, for the data constitution we employed questionnaires, field diaries, conceptual maps as well as all documents produced by the students during the implementation of the proposal. The data were analyzed using the theory of Content Analysis, in order to verify the theoretical elements of learning, such as: hierarchical organization, progressive differentiation and integrative reconciliation. We have verified that the field of Engineering teaching holds a vast development potential coupled with the employment of active methodologies, also that the teaching of Physics 3, When developed by the means of the active methodologies, allows the academic to become an active agente along with the teacher in the construction of knowledge, flexibly and dynamically, enhancing learning. The collected data presents elements that allow us to infer the occurrence of Significant Learning, the development of skills established in the DCNs of Engineering graduation and the drop on failing rates in the discipline of Physics 3. We believe that the flexibility of work could enhance the the teacher’s pedagogical practice who seeks to teach unique and more engaging classes to its students, stirring their curiosity and engagement, overcoming mechanical learning.

Keywords: Physics teaching. Active Methodologies. Meaningful Learning. Engineering teaching. CDIO.

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABC- Aprendizagem Baseada em Caso

ABENGE- Associação Brasileira de Ensino de Engenharia

ABPj- Aprendizagem Baseada em Projetos

ABPr- Aprendizagem Baseada em Problemas

AVA- Ambiente Virtual de Aprendizagem

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CDIO- Conceber-Projetar- Implementar-Operar

CEP- Comitê de Ética em Pesquisa

CES- Câmara de Educação Superior

CNE- Conselho Nacional de Educação

COBENGE- Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia

COPEP-UEM- Comitê Permanente de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá

CTSA- Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DCNs- Diretrizes Curriculares Nacionais

EaD- Educação à Distância

EM- Ensino Médio

FAMETA- Faculdade META

GC- Grupo de Controle

GE- Grupo Experimental

ICT-UNESP- Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista

IES- Instituição de Ensino Superior

ITA- Instituto Tecnológico de Aeronáutica

MEC- Ministério da Educação

PDIIs- Plano de Desenvolvimento Institucionais

PjBL- *Project Based Learning*

PNE- Plano Nacional de Educação

PPC- Projeto Pedagógico de Curso

PrBL- *Problem Based Learning*

PUC/PR- Pontifícia Universidade Católica do Paraná

SCIELO- Scientific Eletronic Library Online

SINAES- Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior

SISU- Sistema de Seleção Unificado

TBL- *Team-Based Learning*

TDIC- Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UFES- Universidade Estadual de Feira de Santana

UNESCO- Organizações das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

UNIFEI- Universidade Federal de Itajubá

UNIPLAC- Universidade do Planalto Catarinense

UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	16
1	METODOLOGIAS ATIVAS: FUNDAMENTAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES	24
1.1	METODOLOGIAS ATIVAS NO CONTEXTO DE ENSINO	24
1.1.1	Sala de Aula Invertida	33
1.1.2	<i>Peer Instruction</i>	37
1.1.3	ABPr - Aprendizagem Baseada em Problemas	39
1.1.4	Método do Caso	44
1.1.5	ABPj - Aprendizagem Baseada em Projetos	49
1.2	AS METODOLOGIAS ATIVAS E SUA RELAÇÃO COM AS DCN PARA O CURSO DE ENGENHARIA	51
1.3	O PROCESSO DE AVALIAÇÃO POR MEIO DAS METODOLOGIAS ATIVAS	55
1.3.1	Mapas Conceituais	62
1.4	O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO EDUCACIONAL	68
1.5	O ENSINO DE FÍSICA E O USO DAS METODOLOGIAS ATIVAS	70
2	METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ENGENHARIA: UM ESTADO DE CONHECIMENTO	77
2.1	METODOLOGIAS ATIVAS NO PROCESSO DE MODERNIZAÇÃO DO CURRÍCULO DE ENGENHARIA A PARTIR DAS PUBLICAÇÕES DA ÁREA.....	77
2.1.1	A Utilização das Metodologias Ativas no Ensino Superior	79
2.1.2	O Uso das Metodologias Ativas nos Cursos de Engenharia do Brasil em Teses e Dissertações	83
2.1.3	O Uso das Metodologias ativas nos Cursos de Engenharia do Brasil Publicados em Periódicos	90
2.1.4	O Uso das Metodologias Ativas em Uma Revista Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE)	98
2.2	ALGUMAS CONSIDERAÇÕES DO ESTADO DO CONHECIMENTO	104
3	PERCURSO METODOLÓGICO	106

3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	108
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL, DOS PARTICIPANTES E ENCAMINHAMENTO DA PESQUISA	109
3.3	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	110
3.4	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	112
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	115
4.1	O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA 3	115
4.1.1	Análise da Avaliação Diagnóstica	116
4.1.2	Análise do Método do Caso	120
4.1.3	Análise da <i>Peer Instruction</i>	126
4.1.4	Análise da ABPr	134
4.1.5	Análise da Sala de Aula Invertida	143
4.1.6	Análise da ABPj	148
4.1.6.1	“Como foi sua participação/envolvimento nesse projeto?”	151
4.1.6.2	“Descreva qual foi o momento desse projeto que mais lhe chamou a atenção (justifique)”	152
4.1.6.3	“Como foi trabalhar em um pequeno grupo? O trabalho foi colaborativo? Discuta”	153
4.1.6.4	“Esse projeto contribuiu de alguma forma para seu aprendizado de conteúdo de Física? Como?”	154
4.1.6.5	“Como foi preparar um material didático para a aula experimental?”	155
4.1.6.6	“Como foi a interação com os alunos de Ensino Médio?”	156
4.1.6.7	“Você acredita que esse projeto foi importante para você e para os alunos do Ensino Médio? Por quê?”	157
4.1.6.8	“Você havia participado de um projeto como esse?”	158
4.1.6.9	“Qual seria sua sugestão para melhorar ainda mais esse projeto?”	159
4.2	ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS	161
4.2.1	Análise dos Elementos dos Mapas Conceituais	163
4.2.1.1	Proposições	165
4.2.1.2	Hierarquia	167

4.2.1.3	Ligações Simples	168
4.2.1.4	Ligações Cruzadas	169
4.2.1.5	Exemplos	170
4.2.2	Pontuação de Mapas Conceituais	171
4.3	ALGUMAS PONDERAÇÕES QUANTO AO USO DAS METODOLOGIAS ATIVAS NA FÍSICA 3	175
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	177
	REFERÊNCIAS	183
	APÊNDICES	192
	Apêndice A - Modelo do Termo de consentimento livre e esclarecido	193
	Apêndice B - Modelo do termo de autorização institucional	194

INTRODUÇÃO

A Física é uma das ciências mais antigas estudada pelos seres humanos e, paralelamente ao estudo da Astronomia, ela tem como objeto de estudo o universo em toda sua complexidade e, por isso, como disciplina na graduação, propõe aos estudantes a compreensão dos fenômenos da natureza.

Enquanto ciência, a Física permeia a vida dos seres humanos e está presente na base das tecnologias da informação e comunicação, da Engenharia, das técnicas de diagnósticos e tratamentos usados na medicina. Ela tem modelos e teorias que explicam grande parte do mundo em que vivemos (MOREIRA, 2018).

Porém, o ensino de Física enfrenta dificuldades para romper com a abordagem tradicional de ensino, pautado em explicitação do conteúdo pelo professor, baseado em um currículo rígido. Assim, os alunos resolvem listas teóricas de exercícios ou realizam atividades práticas em laboratórios com roteiros elaborados e finalizam com provas escritas/práticas. Essa abordagem tradicional, apesar de antiga, ainda está muito presente no Ensino de Física, tanto na educação básica, quanto no ensino superior.

Segundo Mizukami (1992), a abordagem tradicional busca conduzir o aluno para as grandes realizações da humanidade, sendo direcionada para algo que é externo ao aluno, tais como o programa, as disciplinas e o professor. As informações são selecionadas para que sejam depositados no aluno que as recebe, acumula e posteriormente as repete. Na abordagem tradicional se perpetua o estabelecimento da ordem em sala, da rigidez e da reprodução do conhecimento, na qual são utilizadas provas e exames para a promoção ou retenção, se caracterizando como uma educação bancária e individualista.

Esse processo de ensino e aprendizagem acontece por meio da instrução, verbalização, com aprendizagem padronizada na qual todos os alunos devem possuir iguais condições e ritmo de aprendizagem. Assim as aulas, em sua maioria, são expositivas com conteúdo pronto e, na avaliação, os objetivos são atingidos quando os alunos reproduzem fielmente as informações repassadas pelo docente. Desta forma, entende-se que ‘conhecimento’ tem a mesma conotação de acumular informações, e as “boas” notas são culturalmente aceitas como sinônimos de aprendizagem e formação de qualidade (MIZUKAMI, 1992).

Contrapondo-se à abordagem tradicional, outras abordagens foram desenvolvidas com a intenção de possibilitar um aprendizado contextualizado, no qual o aprendiz pudesse ter vez e voz na aquisição dos seus conhecimentos. Essas abordagens, segundo Mizukami (1992),

são: abordagem comportamentalista, onde a educação, ensino-aprendizagem e instrução estariam a serviço da transmissão cultural da instância de poder por meio da modelagem do comportamento, de modo que o conhecimento seja programado e controlado; a abordagem humanista, que enfatiza o sujeito e a sua autorrealização, tendo como característica a crítica do comportamento humano e da ditadura social; na abordagem cognitivista, o conhecimento progride com base na formação de estruturas, uma vez que tudo de novo que é aprendido deve ser assimilado em uma outra estrutura que já existe, provocando uma nova reorganização dessa estrutura após a aquisição de outros saberes e; por último temos a abordagem sociocultural, que busca conceber a educação como um ato político, e o conhecimento ocorre por meio de uma transformação contínua.

Diante dessas abordagens, a perspectiva construtivista se aproxima mais das características da abordagem cognitivista, porque o professor carece de promover atividade mental autoestruturante, que possibilite ao aprendiz estabelecer relações, generalizar, descontextualizar e ser autônomo. Entretanto, as demais abordagens também podem ser incorporadas no construtivismo, haja vista que ele busca se desenvolver com base em situações reais, que envolve os sujeitos, o contexto social e os comportamentos.

Nesse contexto foi desenvolvido o movimento da Escola Nova, como uma nova forma de tratar os problemas da educação, buscando fornecer tendências que viessem a rever o modelo educacional vigente do início do século XX. Nessa tendência o centro da atividade escolar não era o professor e nem a matéria, mas o aluno ativo e investigador. Caberia ao professor incentivar, orientar e organizar as situações de aprendizagem, adequando-as às capacidades e às características individuais dos alunos (GIL, 2017). Portanto, o escolanovismo aparece como uma abordagem específica, porque seus pressupostos são contemplados nas demais abordagens, com exceção da abordagem tradicional (MIZUKAMI, 1992).

No movimento a favor da Escola Nova, defendia-se que os alunos deveriam estar no centro da aprendizagem, convergindo ao nosso entender com desenvolvimento e aplicação das metodologias ativas, porque elas proporcionam um aprendizado colaborativo e centrado no aluno, para que possam desenvolver competências fundamentais para atuar com sucesso em um mundo profissional incerto e desafiador. Quanto à abordagem tradicional de ensino, ela não foi totalmente descartada pelo escolanovismo, porque possui pontos positivos e formalismos importantes para o processo educacional, nas quais são utilizados pelo construtivismo para potencializar a construção do conhecimento dos aprendizes.

O construtivismo tende a aproximar o ensino com a realidade do aprendiz, assim sendo, os conhecimentos de Física ensinados aos estudantes devem se desenvolver para que eles compreendam os movimentos da natureza. Devemos ressaltar que não se trata da própria natureza, mas modelos elaborados pelo homem com o intuito de explicá-la e entendê-la, para que, posteriormente, possam ser utilizados nas mais diversas áreas do conhecimento:

Nossa hipótese é que o grande elemento articulador seja uma operação de contextualização da aprendizagem, isto é, por meio do estabelecimento de questões-problema ancorada em fenômenos reais e, por isso, efetivamente mobilizadoras do interesse e do protagonismo juvenil (ANDRADE; SARTORI, 2018, p. 181).

É importante que os acadêmicos conheçam e compreendam o avanço dos conhecimentos da Física e a enorme contribuição que estes proporcionaram e proporcionam à humanidade, bem como seus fundamentos históricos e toda sua aplicabilidade no mundo contemporâneo. Neste sentido, o ensino de Física, principalmente no ensino superior, deve ser feito com base em situações que tenham sentido para os alunos (MOREIRA, 2018).

Segundo Moreira (2018), um erro cometido no ensino superior é o ensino da Física para futuros engenheiros sem utilizar situações de Engenharia, o que muitas vezes leva os acadêmicos a não perceberem a importância desta área do conhecimento para suas carreiras. Essa situação muitas vezes torna o processo de ensino e aprendizagem menos interessante e pouco significativo para a vida dos futuros engenheiros, que deverão utilizar tais conhecimentos em situações reais quando forem exercer suas funções no mundo do trabalho.

Outro problema envolve o currículo e sua rigidez, em razão de estar desatualizado e descontextualizado, pode representar um problema para os acadêmicos e professores, principalmente se as aulas ocorrerem por meio de deduções e resoluções para comprovação de teoremas e apresentação de teorias e leis da Física. Isso leva a um ensino expositivo, maçante, monótono e desinteressante para os alunos envolvidos no processo, limitando a aprendizagem e aprovação da maioria. Corroborando Moreira (2018, p. 78), este afirma que “Física é muito mais do que fórmulas e respostas corretas”.

A carga horária semanal para a disciplina de Física, com 5 horas-aula (3 teóricas e 2 práticas) não favorece o desenvolvimento das competências necessárias ao egresso desses cursos, porque devido ao pouco tempo para o desenvolvimento de ementas carregadas, os professores tendem a adotar o modelo tradicionalista de ensino. Esse modelo de ensino, classificado por Paulo Freire (1992) como “bancário”, não tem alcançado resultado satisfatório na formação dos engenheiros. Isso se confirma, porque:

O modelo tradicional nem sempre proporciona a retenção de conhecimentos necessária à prática profissional. Inúmeros são os relatos de ex-alunos, após a conclusão do curso, que nem sequer lembram daquilo que foi ensinado pelos professores, distanciando o ensino da realidade, ou seja, da prática profissional (CAMARGO, 2018, p. 16).

Esse fato ocorre principalmente devido à complexidade dos conteúdos, tipos de estratégias metodológicas desenvolvidas que tendem a estimular a memorização de conceitos, e não a apropriação dos conhecimentos de Física para que fiquem retidos na estrutura cognitiva de forma duradoura, ou seja, de maneira que a aprendizagem seja significativa aos alunos:

Aprendizagem Significativa é aquela em que as ideias simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva não quer dizer literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende” (MOREIRA, 2010, p. 2).

Para isso, é preciso trabalhar com estratégias nas quais os acadêmicos se sintam diante de situações cotidianas e participem ativamente do processo de aprendizagem, se apoiando em seus saberes prévios, conforme defende a perspectiva construtivista. Portanto, o ensino de Engenharia deve inovar e caminhar na direção de uma formação profissional vinculada a resultados práticos.

Nesse sentido, diferentes estratégias de ensino vêm ao encontro da formação destes profissionais, pois:

[...] as metodologias ativas focam os papéis desempenhados no processo e as atividades realizadas por eles. As metodologias ágeis focam o elemento tempo, que envolve tanto a duração pontual das atividades de aprendizagem propostas quanto seu desdobramento em uma linha do tempo. As metodologias imersivas se apoiam intensamente em mídias e tecnologias. E as analíticas se ocupam mais da avaliação (FILATRO; CAVALCANTI, 2018, p. 4-5).

Segundo Filatro e Cavalcanti (2018), todas essas metodologias convergem no sentido de colocar o ser humano no centro do processo educacional. As metodologias ativas buscam desenvolver competências ancoradas em uma visão mais humanista e menos tecnicista, inspiradas por teorias cujas teses foram contra os modelos tradicionais, como exemplo a Escola Nova.

Essas competências vão na direção da formação almejada para o futuro engenheiro, conforme estabelecido nas novas DCNs¹ (Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de Graduação em Engenharia), publicadas na Resolução nº 02/2019 do Conselho Nacional de Educação e da Câmara de Educação Superior (BRASIL, 2019). Essas diretrizes devem ser observadas pelas IES (Instituição de Ensino Superior) na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de Engenharia no âmbito dos sistemas de educação superior do país.

Ressaltamos que várias das exigências estabelecidas pelo MEC nas novas DCNs de 2019 também constavam no texto do Parecer nº 1362/2001 (BRASIL, 2001) e na Resolução nº 11/2002 (BRASIL, 2002), que tratavam também das DCNs naquele período. Estes enfatizavam que o egresso/formado deve ter formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, estando capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas.

O textos das Resoluções nº 11/2002 e nº 02/2019 caminham na direção do programa internacional CDIO (*Conceive – Design – Implement – Operate*, traduzindo do inglês: Conceber – Projetar – Implementar – Operar), que se trata de uma proposta pedagógica para o desenvolvimento de competências “uma vez que apresenta os percursos de carreira possíveis para um engenheiro e específicos que ele desenvolverá ao longo de sua formação técnico – profissional – pessoal” (CRAWLEY, *et al.*, 2011, apud LOPES, *et al.*, 2018, p. 114).

Nesse sentido, esse programa tem como objetivo criar um conjunto generalizado de metas para a educação em Engenharia no mundo todo. Para isso, possui detalhamento o suficiente para ser compreendido e implementado por todos os cursos de Engenharia existentes no planeta, contribuindo para a aquisição das seguintes competências: raciocínio e conhecimento técnico; habilidades e atributos pessoais e profissionais; habilidades interpessoais, incluindo trabalho em equipe e comunicação; conjugação de CDIO em contextos empresariais e sociais (LOPES, *et al.*, 2018).

Portanto, para atender a essas exigências se faz necessário buscar métodos mais efetivos de aprendizagem. Com base nas resoluções apresentadas, o desenvolvimento das metodologias ativas nos cursos de Engenharia é uma ação necessária e urgente.

Filatro e Cavalcanti (2018) também vão nessa direção e citam Wagner (2010), para detalhar ainda mais as competências fundamentais para os profissionais e cidadãos do século XXI, como: colaboração, solução de problemas, pensamento crítico, curiosidade e

¹ Todas as vezes que utilizamos a sigla DCNs, estaremos nos referindo às Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em engenharia.

imaginação, liderança por influência, agilidade e adaptabilidade, iniciativa e empreendedorismo, comunicação oral e escrita eficaz e acesso a informações para análise.

Segundo Marques, Lança e Quirino (2014, p. 122):

[...] deseja-se um profissional com capacidade de adaptação às demandas do mercado que tenha capacidade de liderança, espírito empreendedor, habilidade de comunicação, conhecimento de áreas correlatas à engenharia, que possa gerenciar trabalhos em equipes, ou seja, que possua experiências prévias e capacidade de criar procedimentos que satisfaçam as empresas.

Filatro e Cavalcanti (2018) afirmam que as metodologias ativas podem ser adotadas para desenvolver essas competências, que são tão relevantes para a Engenharia no século XXI, sob a perspectiva da pedagogia, da andragogia e da heutagogia.

A pedagogia se direciona mais à educação de crianças e adolescentes, onde o professor assume maior responsabilidade para orientar as experiências de aprendizagem deste público. A andragogia direciona-se à educação de adultos, principalmente os que já estão inseridos no mundo do trabalho, no qual se considera aspectos como experiências, motivações e necessidade de aprender. Por último, a heutagogia surge a partir das demandas da era digital, em que há abundância de informações e os estudantes são autônomos para selecionar e avaliar o quê, de que maneira e quando querem aprender.

Segundo Filatro e Cavalcanti (2018), para que se possa selecionar a metodologia ativa mais adequada no contexto educacional em que se atua, o profissional da educação deve analisar qual é o nível de autonomia que seus alunos possuem para aprender. Freire (1996) diz que essa autonomia é essencial no processo de aprendizagem e deve ser centrada em experiências estimuladoras que partem da tomada de decisão, na qual o aluno assume papel ativo em sua aprendizagem.

Ao se enfatizar a aprendizagem, o professor deixa a sua função principal de ensinar e passa a ajudar o aluno a aprender, dessa forma ambos desenvolvem um papel ativo nesse processo. Nessa concepção, o que mais interessa é a “aquisição de uma mentalidade científica, o desenvolvimento das capacidades de análise, síntese e avaliação, bem como o aprimoramento da imaginação criadora” (GIL, 2017, p. 8).

Nesse sentido, as metodologias ativas se apresentam como um conjunto de estratégias de ensino que podem promover a compreensão real dos conhecimentos da Física e melhorar o seu aprendizado e se fazem necessárias para a formação do futuro egresso de Engenharia, para que possa atender as possíveis atribuições que lhe serão destinadas.

Diante dessas considerações, a presente pesquisa tem como objetivo de estudo o ensino de Física 3 (básica) no curso de Engenharia, haja vista que os seus conhecimentos são considerados muito importantes para os acadêmicos, principalmente no curso de Engenharia Eletrônica. Porém, o seu aprendizado por parte dos acadêmicos muitas vezes se torna limitado em virtude da dificuldade de o professor mostrar em sala de aula a relação entre teoria e prática quando se desenvolve métodos tradicionais de ensino.

Desta forma, em uma perspectiva construtivista, buscou-se a formação de sujeitos críticos e capacitados para lidar com diferenças culturais, possibilitando a estes uma visão ampla da natureza, do avanço tecnológico e das relações humanas, para que possam continuar aprendendo e se aperfeiçoando por toda a vida.

Neste sentido, buscar entender os conceitos de Física 3 básica (eletricidade e eletromagnetismo) em um curso de Engenharia Eletrônica é essencial para qualquer acadêmico que se encontre no ensino superior.

Assim sendo, temos o seguinte problema: como práticas didático-pedagógicas de Física 3, baseadas em metodologias ativas, para um curso de Engenharia Eletrônica, podem auxiliar no desenvolvimento das competências dos alunos estabelecidas nas DCNs de Graduação em Engenharia?

A temática da pesquisa versou sobre a questão da formação de um profissional autônomo, preparado para lidar com todas as dimensões que se exige na atualidade.

Com base nessas reflexões, nosso trabalho tem como objetivo investigar a contribuição de diferentes metodologias ativas aplicadas em uma turma do curso de Engenharia Eletrônica, na disciplina de Física 3 para a formação inicial de engenheiros eletricitistas (com ênfase em eletrônica) da UTFPR/CM (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), campus de Campo Mourão.

Para subsidiar tal investigação, se tornou necessário a elaboração de objetivos específicos:

a) investigar o que tem sido proposto para a área de Engenharia no que tange as metodologias ativas;

b) investigar os saberes curriculares dos alunos matriculados na disciplina de Física 3 da UTFPR campus de Campo Mourão - Paraná relativos ao tema da eletricidade básica, em termos de seu conteúdo e de sua natureza;

c) aplicar diversas práticas pedagógicas na disciplina de Física 3 baseadas em metodologias ativas, analisando as suas contribuições para o desenvolvimento das competências dos alunos conforme estabelecidas nas DCNs.

Buscando atender a estes objetivos na busca por respostas à problemática central, a presente pesquisa foi estruturada em quatro seções.

Na seção 1 apresentamos os referenciais teóricos acerca das metodologias ativas, algumas estratégias ativas de aprendizagem, seu amparo legal nas DCNs e a avaliação na perspectiva das metodologias ativas. Também abordamos o ensino de Física no contexto educacional, seguido pelo ensino de Física e o uso das metodologias ativas.

Na seção 2 realizamos um ‘estado de conhecimento’ relacionado ao uso das metodologias ativas no ensino superior brasileiro de modo geral e posteriormente na Engenharia no Brasil, utilizando teses, dissertações e periódicos.

Na seção 3 descrevemos o percurso metodológico da pesquisa. Sendo assim, apresentamos a classificação da pesquisa, ferramenta de coleta de dados, público pesquisado, instrumentos de análise dos resultados e cronograma do desenvolvimento da pesquisa.

E, por fim, na seção 4 apresentamos os resultados e discussões do trabalho acerca da aplicação das metodologias ativas na disciplina de Física 3 (básica) para alunos do curso de Engenharia Eletrônica.

1 METODOLOGIAS ATIVAS: FUNDAMENTAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES

Nesta seção apresentaremos um panorama das metodologias ativas de ensino e seu desenvolvimento por meio de várias estratégias ativas de aprendizado, como Sala de Aula Invertida, *Peer Instruction* (Instrução por Pares), ABPr (Aprendizagem Baseada em Problemas), Método do Caso, ABPj (Aprendizagem Baseada em Projetos). Também abordaremos a avaliação no contexto das metodologias ativas, as DCNs e o estabelecimento das metodologias ativas, a contribuição dos mapas conceituais como forma de avaliação, o ensino de Física no contexto educacional e finalizamos com o ensino de Física e o uso das metodologias ativas.

1.1 METODOLOGIAS ATIVAS NO CONTEXTO DE ENSINO

As metodologias ativas estão em evidência no contexto educacional, sendo consideradas importantes aliadas para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem em qualquer nível de ensino. Quando nos referimos a elas, dá-se o entendimento que estamos abordando um novo conjunto de estratégias que auxiliam nesse processo.

Entretanto, ao realizarmos uma análise mais minuciosa, constatamos que algumas de suas práticas não são tão recentes e inovadoras, mas se tratam de estratégias que foram e são utilizadas há um bom tempo, porém, lhes eram e são atribuídas outras denominações. Segundo Mattar (2017), o filósofo grego Sócrates (469-399 a.C.) expunha a seus interlocutores um processo de questionamento denominado maiêutica, que talvez possa servir como referência inicial para todas as metodologias ativas, mesmo que não fosse esse o termo utilizado.

Segundo Mattar (2017), o conceito de metodologias ativas está em construção e se trata de um movimento educacional que surgiu com o advento da internet, que passou a disponibilizar informações em abundância e conteúdos gratuitos de qualidade para qualquer pessoa interessada, permitindo a criação de espaço para metodologias mais ativas, em que o aluno se torna protagonista e assume mais responsabilidades por seu processo de aprendizado.

Camargo (2018), acrescenta que “apesar da contemporaneidade das metodologias ativas como prática pedagógica, suas abordagens conceituais datam do início do século XX”

(2018, p. 8), e surgiram das raízes teóricas que questionaram as abordagens tradicionais centrados no ensino.

A abordagem cognitivista foi a primeira a estudar como ocorria o desenvolvimento dos processos mentais, que levam a interpretar, gerir e organizar o conhecimento, aspectos fundamentais para entender o processo de aprendizagem (FILATRO; CAVALCANTI, 2018).

A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel convergiu para esta abordagem, visto que propunha que os conhecimentos prévios dos alunos devem ser valorizados para que a aprendizagem seja realmente significativa. Para isso são necessárias duas principais condições: o aluno tem que estar predisposto para aprender e o conteúdo escolar deve ser potencialmente significativo (CAMARGO, 2018). Assim, o aprendiz atribui significado àquilo que aprende; somente se puder ancorar as novas informações aos conceitos preexistentes, que foram denominados por Ausubel como ‘subsunçores’.

De acordo com Filatro e Cavalcanti (2018), a segunda abordagem foi a (socio)construtivista, na obra de Lev Vygotsky, onde defendia que a história de vida e o ambiente em que um sujeito vive são fatores determinantes para seu desenvolvimento intelectual e de aprendizagem. Dessa forma, a teoria da atividade explicava que toda ação humana é fundamental para que o aprendizado ocorra, sendo composta de três elementos básicos: a pessoa, o artefato mediador e o objeto.

John Dewey, na década de 1930, defendia a necessidade de estreitar a relação entre teoria e prática, de modo que o aprendizado seria mais efetivo se estivesse presente no contexto diário do aluno (CAMARGO, 2018). Essa teoria ficou conhecida como aprendizagem experiencial e, de acordo com Filatro e Cavalcanti (2018), Dewey afirmava que, em ambientes educacionais, o aluno devia vivenciar situações que fizessem sentido no contexto que estava inserido e pudesse se articular com situações reais.

Logo, o pensamento não poderia acontecer isolado da ação, cabendo então ao professor apresentar os conteúdos na forma de questões ou problemas, não fornecendo de imediato as respostas ou soluções. Sua ideia era criar condições para que o aluno pudesse raciocinar e elaborar os conceitos que posteriormente seriam confrontados com o conhecimento sistematizado (CAMARGO, 2018).

Camargo (2018) afirma que as ideias de Kilpatrick foram fundamentadas nos estudos da escola ativa de Dewey para expor o método de trabalho por projetos. Segundo ele, o aprendizado precisava partir de problemas reais e todas as atividades curriculares poderiam ser realizadas por meio de projetos, sem a necessidade de uma organização diferenciada.

Camargo (2018) também apresenta nessa abordagem as ideias de Decroly, que contribuíram enfatizando a necessidade de se trabalhar a partir dos centros de interesse, isto é, permitir ao estudante escolher a temática a ser desenvolvida. Ele foi um dos primeiros a defender uma educação transdisciplinar, com ensino globalizado e centrado no aluno, o que contrapunha totalmente o modelo tradicional de ensino da época.

Ainda em consonância com as ideias de Camargo:

Os pensadores citados constituem uma pequena amostra de vários outros profissionais do século XX que se dedicaram à construção de metodologias inovadoras com o intuito de criar possibilidades de uma práxis pedagógica que forme um sujeito crítico, reflexivo, transformador e humanizado. Autores como Paulo Freire, Blonsky, Pinkevich, Krupskaja, Freinet, Claparède e Montessori, abordam suas teorias como alternativa necessária para a superação do modelo pedagógico tradicional vigente, o que continua sendo um dos grandes desafios que se colocam na contemporaneidade (CAMARGO, 2018, p. 9).

Se reinterpretarmos essas teorias, elas poderão nos fornecer subsídios para um ensino dinâmico, centrado na criatividade e na atividade do aluno. Portanto, devemos pensar em uma perspectiva de construção do conhecimento, do protagonismo, do autodidatismo, da capacidade de resolução de problemas, do desenvolvimento de projetos, da autonomia e do engajamento no processo de ensino e aprendizagem por meio das metodologias de abordagem ativa.

A terceira abordagem mencionada por Filatro e Cavalcanti (2018) que embasam as metodologias ativas na educação é a abordagem conectivista, mediada principalmente por recursos digitais. Essa abordagem tem sua criação e disseminação por George Siemens, que estuda e teoriza aprendizagens na era digital e discute a aquisição de novos conhecimentos, atuais e continuados, de modo que se aprende por toda a vida, apoiado nas metodologias ativas de aprendizagem em contextos educacionais compostos de sujeitos autônomos, que aprendem de forma menos estruturada. Portanto, o aprendizado ocorre fora de ambientes acadêmicos, onde os sujeitos realizam descobertas individuais e/ou construções colaborativas em espaços não formais de aprendizagem.

As abordagens descritas anteriormente apresentam elementos que nos remetem a pensar em um aprendizado que envolva a participação dos alunos, mas que não se trata de um assunto tão inovador, já que essas abordagens foram desenvolvidas durante o século XX. Portanto, podemos remetê-las ao contexto do desenvolvimento das metodologias ativas, que são caracterizadas como:

[...] estratégias, técnicas, abordagens e perspectivas de aprendizagem individual e colaborativa que envolvem e engajam os estudantes no desenvolvimento de projetos e/ou atividades práticas. Nos contextos em que são adotadas, o aprendiz é visto como um sujeito ativo, que deve participar de forma intensa de seu processo de aprendizagem (mediado ou não por tecnologia), enquanto reflete sobre aquilo que está fazendo (FILATRO; CAVALCANTI, 2018, p. 12).

Isso decorre do fato que os “estudantes deste início de século XXI, especialmente os do Ensino Superior, têm tido um comportamento diferente em sala de aula, em parte, graças ao uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” (VALENTE, 2018, p. 26). Uma parte dessas ações está relacionada diretamente com as metodologias de ensino mais modernas e adequadas à nova realidade global. Assim:

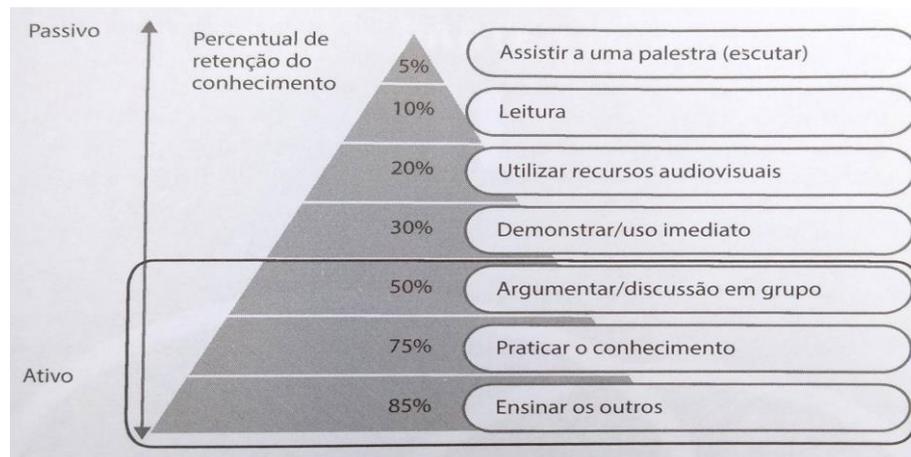
Criar condições de ter uma participação mais ativa dos alunos implica, absolutamente, a mudança de prática e o desenvolvimento de estratégias que garantam a organização de um aprendizado mais interativo e intimamente ligado com situações reais (CAMARGO; DAROS, 2018, p. 4).

Estas estratégias de ensino se baseiam em ampla utilização de tecnologias da informação e atuam diretamente na vertente mobilidade, aliando-se ao desenvolvimento de competências comportamentais e à motivação dos estudantes para buscar por fontes diversas de conteúdo. Dessa forma, os professores deixam de ser o centro na geração e disseminação de conteúdo para adotar um papel de mediação/tutoria (BRASIL, 2018).

As metodologias ativas podem contribuir para formar profissionais preparados para lidar com todas as qualificações que se exige na atualidade, uma vez que esse tem sido um dos grandes desafios para os cursos de Engenharia. As competências pessoais e profissionais são desenvolvidas com base em atividades mais ativas de aprendizagem, que ocorrem por meio de práticas colaborativas. As estratégias com esse foco melhoram o aprendizado e a capacidade de reter o conhecimento (CAMARGO, 2018).

Dale (1969 apud Camargo 2018) estruturou a pirâmide de aprendizagem, que corrobora com as afirmações evidenciadas quanto à utilização de aprendizagem mais ativas:

Figura 1 - Pirâmide de Aprendizagem de Dale



Fonte: Dale, 1969 apud Camargo, 2018, p.17.

Essa pirâmide apresenta sete formas diferentes de aprendizagem. As quatro primeiras estariam ligados a recursos que remetem ao modelo de aula tradicional, com uma retenção do conhecimento relativamente baixo, sendo caracterizada pela passividade do aluno em relação ao seu processo de ensino e aprendizagem. Na base da pirâmide, estariam as três maneiras que tendem a integrar o aluno, a processos ativos de construção dos conhecimentos, aumentando significativamente o aproveitamento destes para momentos futuros (CAMARGO, 2018).

Mas, para que essa aprendizagem efetivamente aconteça, o currículo precisa ser integrado desde o início do curso, envolvendo o acadêmico em metodologias dinâmicas nas quais ele possa compreender grande parte dos conhecimentos com atividades envolventes e que estejam relacionando teoria e prática permanentemente (BRASIL, 2019).

Entretanto, Gil (2017) afirma que o Ensino Superior é a etapa de formação onde menos se verifica diversidade de práticas didáticas, pois há ainda predominância de aulas expositivas, sendo o professor a principal fonte sistemática de informações e o centro das atenções na sala de aula.

Nessa abordagem explicitamente tradicional, ainda são exigidas muitas habilidades de memorização, para que a avaliação da aprendizagem ocorra principalmente por meio de provas para composição de notas, sendo ela uma ferramenta que estabelece a autoridade do professor sobre os alunos.

Camargo e Daros (2018) afirmam que mesmo diante de tantos avanços nas áreas de tecnologia e ciência, o modelo tradicional de aula ainda é predominantemente oral e escrito, bem como os recursos utilizados. Segundo os autores, o que tem de errado na sala de aula

tradicional é que ela é uma ótima maneira de ensinar, mas é péssima para aprender. Ainda destacamos que:

Após mais de 100 anos, os processos de ensino e aprendizagem estão cada vez mais tendendo para o uso de metodologias ativas, em vista da quantidade de informação hoje disponível nos meios digitais e das facilidades que as tecnologias oferecem na implantação de pedagogias alternativas. Com isso, está ficando cada vez mais claro que a função do professor como transmissor de informação não faz mais sentido, especialmente nos cursos de graduação (VALENTE, 2018, p. 28).

Considerando que a forma de aprendizagem das gerações contemporâneas é muito diferente das gerações anteriores, o modelo tradicional de ensino não tem atendido mais às necessidades educacionais e formativas dos alunos, havendo a necessidade de buscar caminhos alternativos que tornem o aprender ativo, interessante, contextualizado e significativo para os futuros engenheiros.

Portanto, há a necessidade imediata de superar o modelo tradicional de ensino e criar/propiciar condições para uma participação mais ativa dos alunos, o que implica em mudar a prática e desenvolver estratégias que garantam a organização de um aprendizado mais interativo e intimamente ligado às situações reais (CAMARGO; DAROS, 2018). Para tanto, devemos deslocar o aprendizado também para o aluno, de modo que ele assuma o papel ativo na aquisição de seus conhecimentos.

Assim, a perspectiva construtivista pode ser usada em contraponto ao ensino tradicional, dado que o professor assume um lugar de destaque em conjunto com o aluno, porque este passa a ser participativo no processo da aprendizagem, devendo ser constantemente mobilizado para pensar e construir o seu próprio conhecimento (GIL, 2017).

Neste sentido, as metodologias ativas de aprendizagem se apresentam como “uma alternativa com grande potencial para atender às demandas e desafios da educação atual” (DAROS, 2018, p. 12). É nessa direção que as metodologias ativas proporcionam um aprendizado significativo por meio da solução de problemas concretos, de atividades que exijam conhecimentos interdisciplinares, como recursos que podem ser acionados para elevar a melhoria do ensino e combater a grande evasão nestes cursos (VIDAL; CUNHA, 2019).

Porém, não podemos confundir as metodologias ativas com o a inserção e uso das tecnologias no ensino. Camargo (2018, p. 16) ressalta que somente o uso de tecnologia não é “metodologia ativa de aprendizagem”. Assim sendo, podemos ter sala de aulas com muitos instrumentos didáticos voltados para o uso da tecnologia, o que não implicará necessariamente que estes garantirão um aprendizado ativo do estudante.

Litto (2018) afirma que a tecnologia não pode ser considerada uma solução para os problemas educacionais, mas uma ferramenta que pode ajudar a alcançarmos uma educação para novos tempos e as novas gerações. Ele afirma também que as metodologias ativas devem colocar o aluno como agente ativo, isto é, inseri-lo em atividades interativas com os demais alunos, que aprenderão e se desenvolverão de modo colaborativo e ativo.

Seguindo essa linha de pensamento:

A utilização de metodologias ativas de ensino promove mudanças no papel do docente. Não só o papel do docente muda, mas os dos discentes também. Logo, o discente deve estar ciente sobre o seu papel na atividade e sobre seu desempenho, que deve se pautar na criatividade, liderança, espírito investigativo, relacionamento interpessoal e expressão escrita e oral em muitas etapas (SOARES *et al.*, 2018, p. 112).

Isso acontece porque as metodologias ativas são fáceis de ser adaptadas e aplicadas em contextos diversos, como escolas, universidades e ações de educação corporativa, e os seus resultados têm sido obtidos a partir de variadas aplicações de investigação e compartilhamento. Logo, possibilitam que inovações incrementais sejam rapidamente implantadas, por criarem ligações que conectam os conhecimentos teóricos a contextos de aplicações reais, hipotéticas ou embasadas na realidade (FILATRO; CAVALCANTI, 2018).

Dessa forma, as instituições de ensino precisam ser “espaços mais amplos de apoio para que todos possam evoluir, para que se sintam apoiados nas suas aspirações, motivados para perguntar, investigar, produzir, contribuir” (BACICH; MORAN, 2018, p. 22). Isso exigirá que os professores também mudem suas posturas, e deverão saber mais do que sua área. Prontamente, devem fazer cursos para aprender a trabalhar com as metodologias ativas, ser interdisciplinares e estarem aptos a trabalhar com as tecnologias cotidianamente.

Essa demanda para o uso das metodologias ativas exigirá muito mais que uma mudança de postura da estrutura educacional e do corpo docente, há uma necessidade de se romper com o paradigma educacional do modelo tradicional, que não tem atendido às demandas da sociedade contemporânea.

Segundo Kuhn (1991, p. 13), os paradigmas são “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”. Porém, quando são percebidos problemas no paradigma de modo que suas bases são afetadas, resistindo às tentativas de solução, Kuhn afirma que existe uma crise, o tornando sem credibilidade e seus

defensores perdem a confiança, o que faz emergir a necessidade de sua troca. Segundo Kuhn (1991), resumidamente, a troca de paradigmas deve atender a quatro condições essenciais:

- a) o paradigma vigente não apresenta mais resultados visíveis e satisfatórios;
- b) o novo paradigma deve ser inteligível;
- c) novo paradigma deve também ser aplicável, capaz de resolver problemas e gerar novos resultados;
- d) deve trazer a possibilidade de um programa de investigação aplicável.

Desta forma, a mudança de paradigma constitui um rompimento profundo com as ideias vigentes e/ou aceitas até o momento para substituí-las por um novo modelo a ser desenvolvido e aperfeiçoado pelos cientistas. Portanto, a quebra de paradigmas com o modelo tradicionalista de educação abre espaço para os paradigmas inovadores, onde se constituem de uma prática pedagógica voltada a uma aprendizagem crítica e que cause uma transformação na postura do aluno. Esse paradigma terá grande influência sobre a vida do aluno, podendo determinar o que ele poderá ou não aprender do conteúdo abordado.

Diante dessa situação, as metodologias ativas são apresentadas como estratégias de ensino que contribuem para superação do paradigma tradicional vigente, porque se caracterizam pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola/universidade. São desenvolvidas por meio de métodos ativos e criativos, com intenção de propiciar a aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018). Segundo Bacich e Moran (2018, p. 3):

A aprendizagem ativa aumenta a nossa flexibilidade cognitiva, que é a capacidade de alternar e realizar diferentes tarefas, operações mentais ou objetivos e adaptar-nos a situações inesperadas, superando modelos mentais rígidos e automatismos pouco eficientes.

Daros (2018) reforça que a educação básica e a superior são locais específicos de aprendizagem e devem proporcionar condições para que os aprendizes adquiram habilidades educacionais, profissionais, analíticas e de trabalho, isto é, que aprendam a utilizar o pensamento científico, articulado com as novas tecnologias da informação e comunicação.

Neste sentido, as metodologias ativas representam alternativas pedagógicas capazes de inovar e proporcionar aos alunos aprendizado autônomo mediado pelo professor, que saiba permear pelos meios tecnológicos, enfrentando problemas e conflitos do campo profissional,

de modo que sejam resolvidos e se projetem num futuro que atenda às diversidades e demandas contemporâneas:

Na extremidade disruptiva, a inovação é mais radical e provoca a substituição de uma solução antiga por uma nova, redefinindo os paradigmas de um setor, as tecnologias utilizadas, os atores envolvidos e, eventualmente, até mesmo a legislação relacionada ao caso (FILATRO; CAVALCANTI, 2018, p. 3).

Filatro e Calvancati (2018) acrescentam que as inovações podem variar em nível de profundidade, porém todas trazem algo novo e diferente. Sabemos que elas são criadas e inventadas pelos seres humanos, mas somente essas capacidades não são suficientes para caracterizar uma inovação no sentido mais estrito do tema. Sendo assim:

[...] a inovação sempre está vinculada a um resultado, ou seja, não basta ser criativo, ter uma ideia brilhante e até mesmo compartilhar essa ideia com outras pessoas. É necessário que a ideia (fruto da criatividade) seja aplicada a um contexto real, e os resultados dessa ação podem ou não ser inovadores (FILATRO; CAVALCANTI, 2018, p. 4).

Quando delimitamos o pensamento para o ensino de Física e como ocorre nas salas de aula, principalmente no ensino superior, ainda prevalece o modelo tradicional de ensino. Segundo Moreira (2018), o ensino de Física (e de STEAM: Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) deve ser modificado radicalmente e valorizado no contexto universitário.

Para isso, Moreira (2000) afirma que a mudança no ensino de Física se faz necessária, bem como uma mudança das suas metodologias, pois é uma questão de sobrevivência dessa área. Neste sentido, esta mudança deve ser abordada em toda sua extensão conceitual, quantitativa, epistemológica e histórica (ZANATTA, 2017).

Conforme Mazur (2015), não se trata de novos materiais para o ensino de Física, mas de estratégias ativas baseadas em uma nova concepção de sala de aula e processo de aprendizagem. Mattar (2017) afirma que as metodologias ativas geram um descolamento dos aprendizes de sua posição tradicional, abandonando sua posição receptiva e estimulando-os a participar de sua aprendizagem por novas e diferentes perspectivas.

A seguir apresentaremos algumas dessas estratégias, que são classificadas como metodologias ativas e foram desenvolvidas com o objetivo de proporcionar mudanças no ensino, na busca de potencializar o aprendizado dos alunos e formar profissionais com conhecimentos sólidos que atendam as demandas emergentes.

1.1.1 Sala de aula Invertida

A Sala De Aula Invertida, também chamada de *flipped classroom*, é uma metodologia bastante difundida e conhecida, sendo derivada do Ensino Híbrido (mistura tecnologia, especialmente a internet) e sala de aula, o que potencializa o aprendizado (MATTAR, 2017).

Mattar (2017) ressalta que a ideia de estudar em casa antes das aulas também foi utilizada por Eric Mazur quando começou a desenvolver a *Peer Instruction*. Portanto, há uma divergência de informações em relação a quem de fato criou essa estratégia, porém, o nome de Sala de Aula Invertida é atribuído Bergmann e Sams (2018). Entretanto, os autores ressaltam que não foram os primeiros a usar seus próprios vídeos em sala, porém, foram os pioneiros e proponentes extensíveis dessa prática, porque sem esse recurso didático não teria como desenvolver o método da Sala De Aula Invertida.

Conforme Valente (2018), a proposta de se inverter a sala de aula, surgiu em um momento de grandes oportunidades do ponto de vista educacional, ainda mais com a massificação e uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). O fato de elas estarem sendo inseridas nas salas de aula ocorre porque grande parte dos alunos contemporâneos, principalmente os que estão na graduação, em sua maioria, dispõem dessas tecnologias e as utilizam constantemente.

De acordo com Bergmann e Sams (2018), a ideia de inverter a sala de aula surgiu como medida para diminuir as faltas de estudantes de uma escola semi-rural dos Estados Unidos. Assim, começaram a gravar as aulas em vídeos e deixá-las disponíveis para os alunos acessarem em suas casas e estudar os conteúdos não vistos.

Os alunos faltosos passaram a se interessar por essas aulas gravadas, visto que conseguiam aprender o que haviam perdido, até mesmo aqueles que compareciam nas aulas passaram a assistir os vídeos para aprofundamento e estudo para os exames. Segundo Bergmann e Sams (2018), foi satisfatório para eles enquanto docentes, pois não precisavam mais “perder” muito tempo depois do horário escolar, durante o almoço, ou mesmo para planejar aulas que viessem a ajudar os alunos a recuperar o conteúdo.

Dessa forma, havia tempo para atender aos alunos que careciam de ajuda individual, e não mais de uma pessoa para repassar conteúdos e informações, isso poderiam receber sozinhos por meio das vídeos-aulas. Assim foi constituída a Sala De Aula Invertida.

A ideia de gravar todas as aulas de Química, disciplina que ambos eram responsáveis naquela escola, surgiu quando Sams se questionou sobre a necessidade de sua presença física

na explanação de um conteúdo. Então, os alunos tinham o compromisso de assistir os vídeos como tarefa e tomar notas em relação ao que haviam aprendido. Na sala eles eram agrupados em blocos para discutir o assunto e, quando não conseguiam entender os conceitos e problemas, eram auxiliados pelo professor, pois esse era o momento necessário para ocorrer a mediação da aprendizagem (BERGMANN; SAMS, 2018). Dessa forma a sala de aula torna-se o lugar de “trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo e laboratórios” (VALENTE, 2018, p. 27).

Bergmann e Sams (2018) ressaltam que começaram a dispor de mais tempo, tanto para as atividades de laboratório quanto para os trabalhos com resolução de exercícios de química. Segundo os autores, foi a primeira vez em suas carreiras docentes que conseguiram trabalhar todo o conteúdo curricular e ministrar todas as atividades planejadas para o processo de aprendizado dos estudantes, mostrando a eficiência do método desenvolvido em relação a preleções presenciais e os deveres de casa convencionais.

Esse método foi aplicado durante um ano, apresentando resultados satisfatórios em nível de aprendizagem dos alunos e comprovou-se que funcionava melhor com as crianças:

Basicamente o conceito de sala de aula invertida é o seguinte: o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é feito em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula (BERGMANN; SAMS, 2018, p. 12).

Neste sentido, o aprendiz se compromete com os estudos e torna-se corresponsável pela qualidade do ensino que vai receber, e do professor é esperado um bom planejamento de aula, capaz de conectar de forma criativa, dinâmica e didática os conteúdos levados para sala de aula. Concordando com isso, Mattar (2017, p. 39) diz que a Sala De Aula Invertida pode “ser entendida como uma modalidade que combina momentos à distância e presenciais de estudo”.

De acordo com Bergmann e Sams (2018, p. 6), a inversão da sala de aula estabelece um “referencial que oferece aos estudantes uma educação personalizada, ajustada sob medida às suas necessidades individuais”. A personalização é uma maneira de se chegar aos diferentes estudantes de maneiras distintas, o que não é possível realizar no modelo tradicional de ensino que foi concebido na época da revolução industrial. Portanto, o maior desafio consistia em propor um modelo personalizado de ensino que atendesse todos os estudantes.

Bergmann e Sams (2018) foram os pioneiros na divulgação e popularização do método, afirmando que muitos professores o aceitavam como replicável, escalável e personalizável, que facilmente se ajustava às suas peculiaridades. Assim, cada professor teria que fazer suas adequações conforme suas turmas, disciplinas e cultura escolar:

Um dos desafios da implementação da sala de aula invertida é justamente preparar os professores para renunciarem ao controle do processo de ensino e aprendizagem [...] deixam de ser transmissores de conhecimento para se tornarem orientadores, que agora não ocupam mais o centro de um dos lados da sala, mas devem se movimentar de forma não linear por ela (MATTAR, 2017, p. 37).

Por outro lado, Valente (2018) afirma que há um grande interesse em mudar e propor soluções inovadoras, que possa resolver o problema da evasão, da falta de interesse dos alunos pelas aulas e, conseqüentemente, o alto índice de repetência, principalmente nas disciplinas de ciências exatas.

Bergmann e Sams (2018) relatam que o método foi sendo aperfeiçoado no decorrer do tempo, principalmente quanto ao tempo e qualidade dos vídeos, nas propostas de atividades e a forma que eles se portavam dentro da sala de aula. Os autores comentaram que em um determinado momento verificaram que os alunos estudavam apenas para os testes. Isso porque, ao assistir os mesmos vídeos e realizar as mesmas atividades, estavam diante de aula invertida, mas que a abordagem estava sendo tradicional, que não atendia à personalização do aprendizado, conforme almejavam.

Surgiu, então, a ideia de adotar uma Sala De Aula Invertida que também contivesse elementos de um ambiente propício à aprendizagem para o domínio do assunto, e não para testes, “deixamos de ser meros transmissores de informações, assumimos funções mais orientadoras e tutoriais [...] um dos grandes benefícios da inversão é o de que os alunos que têm dificuldades recebem mais ajuda” (BERGMANN; SAMS, 2018, p. 12).

Segundo Mattar (2017), os alunos na Sala De Aula Invertida também são convidados a se portar de maneira diferente da educação tradicional, porque muitas vezes fazem avaliações antes mesmo da aula começar, em seguida são envolvidos em atividades e interações diversas, trabalhando geralmente em grupo, colaborativamente. Eles também podem ser avaliados ao fim da aula, ou até mesmo serem convidados a cumprir tarefas e avaliações online posteriormente. Essas avaliações possibilitam verificar se os objetivos da aula foram cumpridos, quais domínios dos conceitos estudados e discutidos em sala foram adquiridos pelos alunos.

Para que a Sala De Aula Invertida funcione, é preciso que os alunos apoiem a proposta, comprometendo-se com o desafio, sendo essencial que o professor/mediador explique o funcionamento do método, orientando a forma de assistir os vídeos e de organização do tempo.

Assim, para a implantação da abordagem da Sala De Aula Invertida, dois aspectos são fundamentais: “a produção de material para o aluno trabalhar *online* e o planejamento das atividades a serem realizadas na sala de aula presencial” (VALENTE, 2018, p. 31). Concordando com isso, Mattar afirma que:

Podemos segmentar as atividades a serem desenvolvidas pelo professor em quatro: produção (ou curadoria) de material, elaboração de avaliações, planejamento das aulas e condução das aulas. Um dos desafios para colocar essa metodologia em prática é justamente o fato de que muitas vezes os professores não preveem adequadamente a quantidade de trabalho que terão (MATTAR, 2017, p. 34).

Valente (2018) diz que, ao planejar as atividades presenciais para Sala De Aula Invertida, o mais importante é o professor explicitar os objetivos a serem atingidos com sua disciplina, propor atividades que sejam coerentes e que auxiliarão os alunos no processo de construção do conhecimento.

Os instrumentos avaliativos podem incluir testes, questões e outros tipos de avaliação antes, durante e após as aulas, tanto para o professor assegurar que os alunos estão preparados para as aulas e detectar quais pontos poderia retomar, logo, pode retornar aos conteúdos, acompanhando o progresso e avaliando se os objetivos da aula foram alcançados. As avaliações podem ser disponibilizadas em ambientes virtuais de aprendizagem e serem corrigidas automaticamente por programas de computador (MATTAR, 2017), o que facilita e ajuda muito o professor que utilizar esta estratégia.

O desenvolvimento da estratégia da Sala De Aula Invertida pode potencializar o aprendizado dos alunos, ainda mais se nestes ambientes for associado o uso de outras metodologias ativas em conjunto como estratégia de aprendizagem. Essa possibilidade poderá ser melhor compreendida na seção 1.1.2, quando desenvolvemos a *Peer Instruction* que, segundo Mazur (2015), para que isso ocorresse teve de inverter a sala de aula primeiro.

1.1.2 *Peer Instruction*

Essa metodologia ativa tem como principal referencial o americano Eric Mazur que, insatisfeito com o aproveitamento das aulas na Universidade de Harvard, procurou desenvolver um método que viesse valorizar a compreensão dos conceitos ao invés da memorização. Para isso, necessitaria de feedbacks constantes dos alunos para então decidir quais seriam os próximos passos a serem dados nos ambientes de sala de aula. Como já trouxemos parte de seu desenvolvimento histórico no início desta seção, associado à criação da denominação das metodologias ativas, aqui focaremos o desenvolvimento da estratégia e suas contribuições para a aprendizagem.

O método desenvolvido por Mazur foi denominado de *Peer Instruction*, ou Instrução por Pares, para ensinar os fundamentos conceituais da Física Introdutória e conduzir os estudantes a obterem um melhor desempenho na resolução de problemas convencionais (MATTAR, 2017). Essa estratégia passou a ser utilizada e vem sendo aprimorada por seu criador desde o início da década de 1990 em suas aulas de Física, visando uma maior aprendizagem dos alunos e satisfação do docente que a emprega.

O primeiro passo para a implementação desta metodologia ativa consiste na realização de tarefas de leitura antes das aulas pelos alunos, pois “[...] na *peer instruction* resta menos tempo para a exposição do conteúdo” (MATTAR, 2017, p. 42), e em seguida, nas aulas expositivas, são esclarecidas as dúvidas, a compreensão é aprofundada, a confiança é reforçada e exemplos adicionais são fornecidos. Assim sendo, o livro serve de referência e como um guia de estudos (MAZUR, 2015).

Os objetivos básicos dessa metodologia são “explorar a interação entre os estudantes durante as aulas expositivas e focar a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento” (MAZUR, 2015, p.10). Logo, a aula é dividida em vários momentos, com uma série de apresentações curtas sobre pontos chave e, para cada uma ocorre um teste conceitual, isto é, pequenas questões conceituais que abrangem o assunto discutido momentaneamente.

De acordo como Mazur (2015), o teste conceitual segue o seguinte formato genérico em sete passos:

- a) Propõe-se a questão (1 minuto – obrigatório);
- b) dá-se um tempo para que os estudantes possam pensar (1 minuto - obrigatório);
- c) então os estudantes anotam suas respostas individuais (opcional);

- d) em seguida, tentam convencer seus colegas acerca de suas respostas (1-2 minutos - *peer instruction* - obrigatório);
- e) os estudantes anotam as respostas corrigidas (opcional);
- f) feedback para o professor: registro das respostas;
- g) explicação da resposta (2 ou mais minutos).

Conforme Mattar (2015), espera-se que os acertos aos testes conceituais fiquem entre 35% a 70%, assim, são formados grupos de alunos para discutir os temas propostos. Se a porcentagem de respostas corretas for inferior a 35%, há necessidade de se retomar as explicações, pois pode haver alguma falha no teste que impede o entendimento dos conceitos e poderão prejudicar as futuras discussões, havendo necessidade de novas explicações pelo professor e aplicação de um novo teste mas, se os acertos perfizerem 70% ou mais, não há necessidade de discussões entre os alunos, então o professor fará uma breve explicação/finalização sobre o tema e passa para o conteúdo seguinte.

Os testes podem ser de múltipla escolha e os alunos podem usar diferentes tecnologias que forneçam os dados instantaneamente ao professor, mas isso não é obrigatório, podendo ser utilizadas como *flashcards*, cartões, formulários, escritos ou até mesmo com levantamento das mãos (MATTAR, 2017). Durante o desenvolvimento o professor circula pela sala, participa das discussões, havendo grande interação entre os alunos, incentivada pelo professor e entre os alunos e o professor.

A vantagem da avaliação proporcionada por essa metodologia ativa consiste em uma quebra da monotonia das aulas expositivas, uma vez que os estudantes devem pensar por si mesmos e a verbalizá-los (MAZUR, 2015). Como a *Peer Instruction* toma grande parte do tempo das aulas, há necessidade de preparação prévia do material de estudo dos alunos, da mesma forma que a resolução de exercícios é deixada para as tarefas extraclasse e nas sessões de discussão.

Segundo Mazur (2015), apesar de haver menos tempo para o formalismo da resolução de problemas, a compreensão conceitual aumenta sensivelmente as notas em testes, e o desempenho nos exames tradicionais demonstram a eficiência do método. Esses resultados têm sido comprovados em diversas situações, nas quais os acadêmicos mostraram satisfação com o uso do método, sendo este mais um dos indicadores de sucesso da *Peer Instruction*.

1.1.3 ABPr- Aprendizagem Baseada em Problemas

Muitos desafios têm surgido para o ensino, principalmente para as instituições de educação superior, pois elas devem se atentar em ofertar uma formação que esteja de acordo com as necessidades do mercado de trabalho.

Diante deste cenário, essas instituições devem se direcionar para a transição do modelo de ensino tradicional, a processos de ensino e aprendizagem voltados para o desenvolvimento de competências em cada uma das disciplinas que perfazem a grade curricular dos cursos (SOARES *et al.*, 2018). Nesta direção, as metodologias ativas de aprendizagem têm contribuído para essa transição, e a ABPr faz parte de um conjunto de métodos e técnicas que direcionam o foco da aprendizagem para as ações do aluno.

Também conhecida na língua Inglesa como PrBL (*Problem Based-Learning*), esse método ou abordagem é centrado na construção do conhecimento com base na discussão em grupo de um problema, sendo “a partir desse problema que serão determinadas as disciplinas, as teorias, os recursos, bem como as fontes de conhecimento que nortearão a análise e a resolução” (SOARES *et al.*, 2018, p. 119).

As siglas ABP ou PBL são encontradas tanto para Aprendizagem Baseada em Problemas quanto à Aprendizagem Baseada em Projetos. Da mesma forma a sigla PBL pode ser encontrada para descrever as duas metodologias na língua inglesa. Assim, por uma questão de organização, utilizaremos nesta pesquisa ABPj, que se trata de uma tradução da Língua Inglesa da PjBL (*Project Based Learning*).

A ABPr tem como objetivo a resolução de problemas e visa o aprendizado individual do estudante, direcionando-o para um conhecimento mais profundo e significativo, proporcionando autonomia para que seja o responsável pela sua própria aprendizagem, assumindo um papel ativo durante todo o processo (SOARES *et al.*, 2018).

De acordo com Filatro e Cavalcanti (2018), é uma abordagem que utiliza situações problema como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos. Assim, é adotada por um grupo de alunos que trabalha de forma individual e colaborativa a fim de aprender e pensar em soluções para um problema estudado. Mattar (2017), nos diz que:

[...] o problema é usado para ajudar os alunos a identificarem suas próprias necessidades de aprendizagem, à medida que tentam entendê-lo, reunir, sintetizar e aplicar informações ao problema e começar a efetivamente para aprender com membros do grupo e tutores (MATTAR, 2017, p. 55).

Filatro e Cavalcanti (2018) e Soares *et al.* (2018) indicam que essa abordagem foi inicialmente aplicada em 1969 na Faculdade de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, sendo desenvolvida baseada nos métodos de casos de ensino da Escola de Direito de Harvard, na década de 1920, e no modelo de currículo baseado em sistemas para o ensino de medicina da década de 1950, na Case Western Reserve University, ambas nos Estados Unidos.

Logo em seguida passou a ser implementada por diversas instituições de ensino mundo afora, não só na medicina, mas em diferentes áreas do conhecimento. Há de se considerar que a “aprendizagem baseada em problemas já é hoje utilizada em diversas áreas, não se restringindo apenas a medicina” (MATTAR, 2017, p. 57).

Conforme Filatro e Cavalcanti (2018), essa abordagem ou metodologia tem sido utilizada para estruturar todo o currículo de cursos superiores na educação corporativa, principalmente para moldar projetos. No entanto, é utilizada também de forma isolada por professores e especialistas que conduzem de forma presencial ou em espaços digitais que utilizam ferramentas tecnológicas para mediar a comunicação entre os participantes do processo de ensino e aprendizagem (alunos e professores):

Um dos fundamentos do método é ensinar o aluno a aprender por meio da busca do conhecimento, utilizando diferentes recursos. O objetivo do método é sair da unicidade do conhecimento do professor para a diversidade. Assim, é possível que o aluno reveja e atualize o conteúdo dos primeiros anos do curso (SOARES *et al.*, 2018, p. 108).

A autora afirma que o modelo de abordagem ABPr é bastante disseminado na literatura da universidade de Maastricht, na Holanda, que iniciou os trabalhos com esse método nos anos de 1970.

No contexto atual e em perspectivas mais inovadoras da ABPr, os próprios alunos, comunidade ou empresa podem propor um problema que queiram solucionar, assim podem, de forma sistematizada, tratar dos desafios a serem enfrentados. Nessas situações o professor ou especialista tem por função avaliar se o problema proposto está alinhado com os objetivos de aprendizagem do curso, disciplina ou conteúdo.

Segundo Filatro e Cavalcanti (2018), para a ABPr um bom problema deve “ser objetivo, simples e engajador para que motive os alunos a participar das demais etapas do processo” (2018, p. 33). Para Mattar (2017), na ABPr os objetivos de aprendizagem devem ser previamente estabelecidos, com uma sequência a ser estudada. Ao término do estudo de

um problema, inicia-se o estudo de outro, sendo que o conhecimento é avaliado ao final de cada um deles.

Assim sendo, o desenvolvimento da ABPr é organizado em sete etapas sequenciais, que são desencadeadas pela proposição de um problema pelo professor ou especialista, e que esteja de acordo com suas aplicações clássicas. Essas etapas são tomadas por diversas atividades, como pesquisas bibliográficas, aulas, estudos em grupo, tutoriais, trabalhos práticos e experimentos (SOARES *et al.*, 2018).

Filatro e Cavalcanti (2018), concordando com a ideias de Soares *et al.* (2018), apresentam estas sete etapas da ABPr, que são desenvolvidas na Universidade de Maastricht, e que servem de parâmetros para aplicações em diversas partes do mundo, sendo elas presencial, híbrida ou em EaD (ensino à distância).

A primeira etapa consiste na apresentação - pelo professor ou especialista - de um caso real ou hipotético que explore o problema a ser discutido por grupos de 10 a 15 participantes. Nesse momento o professor age como um facilitador e ajuda o grupo de estudantes a lidar com as relações interpessoais, assegurando que todos os estudantes estejam envolvidos no processo de discussão e favorecendo o desenvolvimento individual e coletivo (SOARES *et al.*, 2018).

Na segunda etapa, cada um dos integrantes dos grupos deve elaborar perguntas, que precisam ser respondidas para que os alunos compreendam melhor o problema analisado. Na ABPr, hipóteses “são elaboradas pelos alunos sobre as possíveis explicações para o problema antes de seu estudo, como uma forma de estimulá-los, a partir dos conhecimentos que já possuem” (MATTAR, 2017, p. 57).

Em seguida, na terceira etapa, Filatro e Cavalcanti (2018) explicam que os alunos envolvidos participam de uma sessão de registros, de modo que possam levantar tudo o que sabem sobre o problema e maneiras em que possam conceber soluções para ele. Esses conhecimentos são utilizados para resolver problemas como um exercício intelectual, para as práticas de laboratórios e/ou pacientes (MATTAR, 2017).

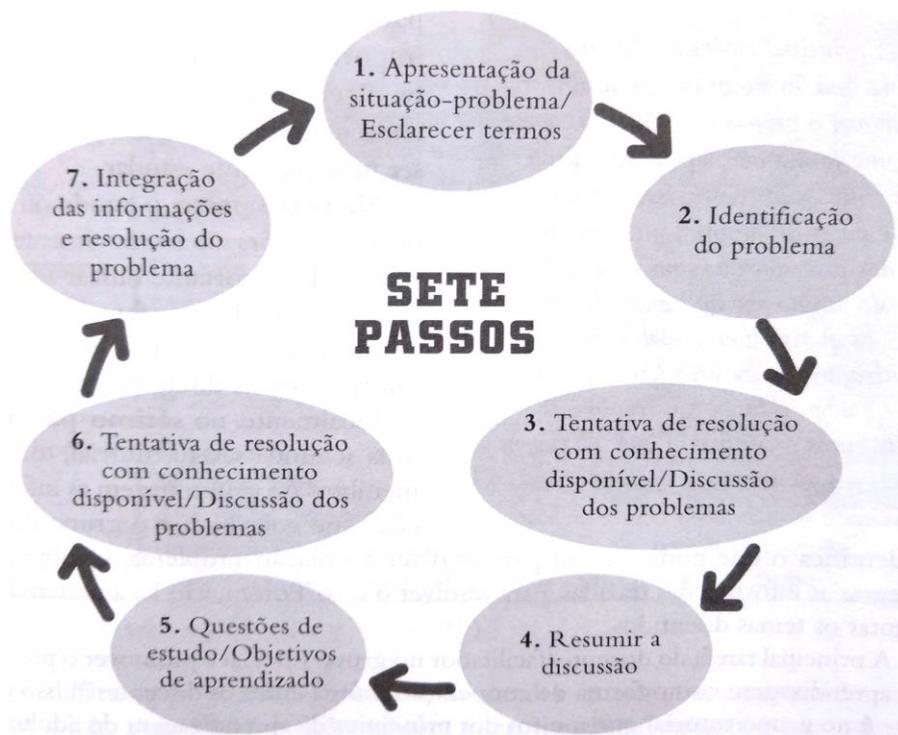
Assim, na quarta etapa, de acordo com Filatro e Cavalcanti (2018), os alunos fazem análise dos resultados obtidos, e logo se evidenciam as lacunas de conhecimento e visões divergentes sobre o problema abordado.

A quinta etapa consiste na formulação dos objetivos de aprendizagem pelos participantes, que devem estar em consonância com o problema que não conhecem.

Na sexta etapa os participantes devem se organizar para estudar individualmente ou em pequenos grupos (entre 3 e 4 alunos) os conceitos ou temas que foram identificados na etapa anterior. Nesse momento o professor não deve fornecer respostas diretas para as dúvidas que surgirem, mas orientá-los a encontrar os conteúdos e pessoas que possam sanar seus questionamentos individuais. Desta forma, os alunos precisam se organizar para estudar, pesquisando em livros, revistas e periódicos os diferentes aspectos do problema, que serão compartilhados entre os membros dos grupos. Os resultados obtidos pelos participantes são apresentados na forma de um debate mediado pelo professor, que tem a função de estimular as discussões e aprofundamento do assunto, bem como cuidar para que os conceitos apresentados não estejam errados.

Após todo esse percurso, na sétima e última etapa, os grupos compartilham os resultados, que são apresentados e discutidos com base no desenvolvimento dos seus estudos, pesquisas e sínteses. Logo, todos os envolvidos devem resumir os resultados do trabalho, suas soluções e reflexões com este processo. A **Figura 2** mostra resumidamente todo esse processo:

Figura 02 - Sete passos da ABPr



Fonte: Soares *et al.*, 2018, p. 115.

A avaliação de cada aluno poder ser realizada individualmente pelo professor, com relação a sua participação, as contribuições no processo ABPr, além de receber uma avaliação

dos próprios membros da equipe (avaliação por pares). Em muitos dos casos, a autoavaliação “também compõe a nota do aprendiz” (FILATRO; CAVALCANTI, 2018, p. 34).

Quanto ao docente, segundo Soares *et al.* (2018), sua principal função é promover o processo de aprendizagem como forma de cooperação mútua entre os alunos no grupo. Dessa forma, deve-se aplicar muitos dos princípios da aprendizagem, como a elaboração e ativação dos conhecimentos prévios e adquiridos, a construção de estruturas cognitivas, a aprendizagem no contexto e a motivação. Durante o desenvolvimento dos sete passos, o docente deve manter o fluxo das discussões, estimulando, fazendo perguntas, acrescentando informações, observando, analisando e dando *feedback* aos discentes.

Com base nas considerações apresentadas anteriormente, é possível perceber que a ABPr se trata de uma estratégia ativa, visto que o foco do aprendizado está centrado no aluno, que colaborativamente construirá seus conhecimentos, cabendo ao professor trabalhar como um cooparticipante deste processo. Também há de se considerar que essa abordagem não depende somente dos usos das TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação), elas podem fazer parte dos recursos didáticos que auxiliam no processo, mas o método não depende exclusivamente destas ferramentas tecnológicas.

Soares *et al.* (2018), baseados em Enermark e Kjaersdam (2009), apresentam uma série de benefícios que a ABPr traz aos alunos quando se propõe à construção de conhecimentos, habilidades e atitudes a serem adquiridas. Elas consistem em auxiliar na integração ensino-pesquisa, universidade-empresa, pesquisa-empresa e na construção do conhecimento interdisciplinar. Estimula a busca por conhecimentos atuais, atualização dos professores, criatividade, capacidade de desenvolvimento de projetos, habilidades de comunicação e, por fim, também cria um ambiente de aprendizado eficaz e um entorno social.

Dessa forma, quando se ensina um conteúdo utilizando a ABPr, ele poderá ser genérico ou especializado, e isso dependerá muito dos alunos, dos professores ou especialistas e do contexto em que ocorrerá sua implementação (SOARES *et al.*, 2018). As autoras ressaltam ser de suma importância que o aluno se engaje na aplicação deste método, pois um aluno aberto a participar da técnica é um ponto favorável na realização da atividade, não só para obter a aprendizagem, mas para se somar ao grupo na resolução do problema.

Ainda segundo Soares *et al.* (2018), para que haja o engajamento é interessante que ocorra uma apresentação prévia do assunto e do tema, a fim de despertar no aluno uma percepção crítica sobre o contexto e permitir que ele possa captar as informações necessárias para a solução do problema. Como se trata de um método ativo, o estudante deverá

desenvolvê-lo interdisciplinarmente com autonomia, sendo necessário um tempo para que busque várias fontes, a fim de compreender os conceitos e termos que não lhes são conhecidos.

Esse tempo é de grande valia para o processo de aprendizagem, mesmo que alguns tópicos estudados pelo aluno não sejam estritamente relacionados à disciplina, pois ele poderá aplicar posteriormente tais conhecimentos em diferentes situações. Para tanto, se faz necessário ajustes estruturais das instituições, como turmas menores, investimentos em biblioteca, em sala de aula, contratação de professores e compra de livros e periódicos.

Todas essas necessidades devem ser analisadas a partir das contribuições que ABPr traz aos alunos. É necessário também investir em desenvolvimento de materiais didáticos e principalmente na capacitação dos professores, pois o trabalho docente requer uma série de questões organizacionais, pedagógicas ou interpessoais, que possibilitarão a eficácia do trabalho e a estabilidade da equipe.

Neste sentido, o trabalho em equipe não beneficia somente alunos e professores, mas contribui também com as instituições (SOARES *et al.*, 2018). Assim, salientamos que o sucesso da ABPr vai muito além de sua aplicação em sala de aula, pois também tem de haver condições para sua implementação.

Após a descrição da ABPr e suas possíveis contribuições para o processo de ensino e aprendizagem, da mesma forma, na subseção 1.1.4 trataremos o Método do Caso, que também se trata de uma importante estratégia ativa de ensino.

1.1.4 Método do Caso

O Método do Caso (*case method*) foi desenvolvido a partir de 1870, na Escola de Direito da Universidade de Harvard, por Christopher Collumbus Langdell, sendo um método socrático e empírico/indutivo de pensar, influenciado pelo construtivismo. Alguns autores (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018) relatam que esse método já era utilizado pela Medicina uma década antes, sendo transposto para o curso de Direito e posteriormente para a escola de Administração (MATTAR, 2017), embora haja algumas contestações sobre a data de criação dessa estratégia, bem como suas adaptações pelas áreas do conhecimento.

De acordo com Leal, Medeiros e Ferreira (2018), Langdell inovou por priorizar os estudos de casos oriundos de histórias reais, que levavam o estudante a analisar o contexto da

situação, criando um plano de ação e tomando decisões. Isso fazia com que os alunos utilizassem uma metodologia adequada, partindo de realidades vivenciadas, podendo confrontar teoria e prática.

Essas mesmas autoras evidenciam que o Método do Caso como estratégia de ensino é uma forma de dar mais dinamismo a aula, o que não necessariamente implica em abandonar outros métodos de ensino. Na verdade, ele pode ser um aliado no processo de ensino e aprendizagem, complementando métodos convencionais ou ativos. Esse recurso nem sempre é aplicável para as diversas situações de ensino, sendo o professor responsável por avaliar sua viabilidade.

Assim, o Método do Caso é considerado “uma ferramenta pedagógica que se desenvolve por meio do envolvimento e da participação dos estudantes como indivíduos atuantes no processo de aprendizagem” (MENEZES, 2009, p. 131). Ele também permite a flexibilidade em relação ao tempo, estrutura física e ao tipo de conteúdo, onde tudo depende da forma como professor desenvolverá seu trabalho (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018).

Segundo Mattar (2017), é importante diferenciar o Método do Caso, metodologia de ensino, do estudo de caso, metodologia de pesquisa muito utilizada em dissertações e teses:

O método do caso é uma metodologia de ensino em que os alunos discutem e apresentam soluções para casos propostos pelos professores. Apesar de poder parecer aparentemente simples ou trivial, é um exemplo bastante poderoso de metodologia ativa, pois os alunos são transportados e imersos na função de gestores e decisores e precisam se posicionar em relação a uma situação muito próxima do real, utilizando fundamentação teórica, debatendo com colegas e construindo colaborativamente uma solução para o caso apresentado (MATTAR, 2017, p. 49).

Esse caso apresentado, em geral, está relacionado a um problema mal estruturado, que não possui solução predefinida e que exigirá do aluno a identificação, as evidências, desenvolvendo argumentos lógicos, avaliando e propondo soluções (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018). O Método do Caso permite que o estudante tenha uma maior aproximação com a situação profissional real ou simulada, de modo que seja possibilitada a aprendizagem de conceitos, teorias, habilidades e valores.

Como essa estratégia ativa parte da perspectiva que alunos e professores são figuras atuantes no processo de aprendizagem, o conhecimento pode ser enriquecido quando os estudantes trazem ideias novas sobre a situação apresentada, mesmo que o caso seja familiar ao docente. Essa mudança de postura ocorre porque o estudante passa a atuar como agente

ativo de aprendizagem, seja ela individual ou em equipe. Então, o uso do Método do Caso pode ser dividido em três etapas, de acordo com Leal, Medeiros e Ferreira (2018).

A primeira consiste no estudo individual, no qual o estudante fará uma primeira leitura exploratória e de familiarização com os conteúdos que podem fazer parte do caso apresentado. Em um segundo momento de leitura, dará ênfase aos detalhes e aspectos importantes para identificação do problema e formulação de possíveis soluções. É o momento de consultar a bibliografia sugerida pelo professor e trocar ideias com profissionais que tenham vivenciado situações semelhantes e que poderão auxiliar o estudante em sua tomada de decisão.

A segunda etapa consiste na discussão em pequenos grupos, se preparando para o debate com o grupo maior. É nesse momento que o aluno apresenta para os demais participantes do grupo a solução para o caso, por isso é importante que ele tenha fundamentação teórica para sustentar suas opiniões acerca da resolução do caso, bem como ter argumentos para convencer os outros sobre seu ponto de vista.

O terceiro e último estágio acontece com a discussão dos estudantes no grande grupo, em que o professor atua como mediador do debate. Devemos considerar alguns aspectos importantes que são característicos dessa etapa, tais como a participação individual - mesmo que tenha ocorrido anteriormente nos pequenos grupos -, participação quando solicitada ou quando o aluno achar conveniente, aguardando momento de fala e dispondo-se a ouvir as considerações dos demais participantes.

Mattar (2017), afirma que os professores não ensinam, mas orientam a aprendizagem desenvolvendo um estilo para utilizar o Método do Caso, deixando claro as normas e diretrizes da atividade. Eles devem desenvolver um planejamento minucioso do conteúdo e do processo, propiciando um ambiente adequado para o ensino, de modo que os alunos se sintam confortáveis para colaborar com o grupo e toda a classe:

Uma das responsabilidades do professor é despertar nos estudantes o interesse pelo caso, de modo que os mesmos se sintam motivados a participar ativamente da situação proposta, contribuindo com suas análises e sugestões. Ao estudante cabe aceitar a tarefa em benefício da sua própria aprendizagem, contribuindo com ideias, observações, expressando suas impressões (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018, p. 96).

Menezes (2009) afirma que essa metodologia possibilita aos estudantes um conhecimento construtivo, levando-os a estabelecer conclusões sozinhos ao analisar casos reais, fundamentados teoricamente.

Para que os alunos atuem como tomadores de decisões, é essencial o professor conhecê-los, com o intuito de saber os momentos em que poderá contribuir mais com as discussões. Essa condução deve partir da abertura, passar pelos questionamentos, comentários, feedbacks, gerenciamento do tempo e envolvimento de todos os alunos. Neste sentido, o Método do Caso se propõe a “fazer com que os estudantes reflitam sobre situações abordadas, o que envolve a tomada de decisões sobre os fatos relatados” (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018, p. 95).

Por se tratar de um método dinâmico, a participação efetiva dos alunos é essencial, reduzindo assim o desinteresse pelas aulas tradicionalmente expositivas (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018). As autoras afirmam que a solução final apresentada para o caso é irrelevante, porque o importante é a discussão ocorrida entre os participantes, a defesa de seus pontos de vista, de forma a colaborar e refletir sobre o problema presente no caso.

Essas ideias se apoiam no construtivismo pois, de acordo com Gil (2017, p. 63), privilegia os processos “mentais e as habilidades cognitivas”. Tendo o aprender como foco, o processo de aquisição se torna mais importante do que o conteúdo, devendo ser estabelecido a partir das experiências vividas pelo próprio estudante.

Nesse sentido, ao analisar as propostas educacionais que ganham notoriedade na contemporaneidade, esse método se aproxima dos princípios construtivistas de Levy Vygotsky (MENEZES, 2009). Toda estratégia de ensino deve ser desenvolvida conforme os objetivos educacionais que o professor pretende alcançar para determinados conteúdos, tendo em mente quais serão as habilidades desejadas que seu aluno desenvolva ao longo do processo de aprendizagem.

Grahan (2010) enfatiza que o Método do Caso pode desenvolver habilidades de trabalho em grupo, habilidades individuais de estudo, coleta e análise de informações, gestão de tempo, habilidades de apresentação e habilidades práticas. Notamos, portanto, que os métodos devem ser selecionados, preferencialmente, dentre aqueles que possibilitem o aprender fazendo (GIL, 2017).

Como o foco dessa metodologia é a discussão, ela deve envolver a necessidade de desenvolver no aluno a argumentação crítica para a defesa de pontos de vista, descobrir e respeitar diferentes visões sobre a situação analisada, aprender a negociar, convencer, fazer alianças e até mesmo ceder (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018).

Esse método pode ser desenvolvido antes como motivador para a busca de conhecimentos, ou depois como prática do que foi estudado do conteúdo de uma disciplina.

Porém, Mattar (2017) afirma que a combinação dessas duas estratégias pode ser muito rica, principalmente a longo prazo.

Em qualquer disciplina o Método do Caso pode ser aplicado, mas depende do modelo da grade curricular da instituição, podendo ser usado em diferentes níveis acadêmicos. Uma das vantagens, é a oportunidade de se experimentar a sensação de multidisciplinaridade com várias áreas do conhecimento, ou mesmo a interdisciplinaridade quando se constata elementos característicos de outras ciências que não necessariamente são saberes do assunto em questão (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018).

O sucesso do Método do Caso pode ser mensurado pelos alunos ao final da aula ou na aula seguinte, de modo que se analise a solução do caso apresentada após as discussões. Uma outra forma seria avaliar sua viabilidade, na vida profissional do aluno, quando futuramente ele precisar realizar ações em seu contexto de trabalho, mas, segundo Mattar (2017), não é algo fácil de se medir ou constatar.

Para averiguar o desempenho do Método do Caso em uma disciplina, o aluno pode ser avaliado por uma série de dimensões, como a participação na aula, trabalhos escritos individuais, atividades em grupo (projetos e apresentações) e provas (MATTAR, 2017).

Conforme Leal, Medeiros e Ferreira (2018), alguns fatores podem interferir nas discussões, que são os momentos mais importantes do Método do Caso, tais como salas de aula grandes, lotadas, a idade média dos alunos e casos descontextualizados de suas localidades ou regiões. Em relação ao último, cabe ao professor selecionar o caso e o material que será utilizado, podendo ser elaborado por ele próprio ou conseguidos a partir de publicações em nível nacional ou internacional.

Quanto à infraestrutura, recomenda-se que os participantes estejam distribuídos semelhantemente a um anfiteatro, em curvas de nível, para que todos os estudantes possam se enxergar mutuamente e o professor tenha a visão total da classe (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018). Quando for desenvolvido com número reduzido de participantes, aconselha-se salas fechadas, que contenham cadeiras, mesas, quadro e internet (se necessário) para que os alunos possam ilustrar suas ideias e as debater.

Ainda conforme Leal, Medeiros e Ferreira (2018), por se tratar de um método versátil, ele pode ser aplicado ao ensino presencial e em EaD, pois pode haver debates sem que haja a presença física, ficando a cargo dos alunos e do professor conduzir as discussões. Para isso, o caso desenvolvido para o uso didático deve “envolver situações de realidade, junto com fatos,

opiniões e preconceitos existentes sobre o caso que estejam sendo veiculados por diferentes fontes ou publicados na mídia” (MENEZES, 2009, p. 141).

Com isso, acreditamos que esse método pedagógico seja benéfico para o processo de ensino e aprendizagem, aproximando o conhecimento teórico da realidade profissional, promovendo estímulo do pensamento crítico do estudante para que possa refletir sobre os problemas enfrentados a nível organizacional.

Segundo Menezes (2009), no Brasil, de modo geral, há uma tradição dedutiva no modo de pensar e ensinar, porém o uso do Método do Caso poderá se configurar como uma nova mentalidade no processo pedagógico dentro das escolas e universidades, que contribuirá substancialmente para a formação dos futuros profissionais. Da mesma forma, a ABPj pode contribuir com essa formação, uma vez que ela é desenvolvida na busca de configurar soluções para situações reais por meio da criação de um produto que esteja relacionado com a realidade além do espaço de sala de aula.

1.1.5 ABPj - Aprendizagem Baseada em Projetos

A ABPj é uma estratégia ativa de aprendizagem que tem como objetivo final a geração de um produto ou resultado que possa ser útil à comunidade local. Para tanto, exige que o professor apresente um tema que seja instigante para direcionar as ações, um planejamento minucioso de todas as suas etapas, orientando quanto ao escopo do trabalho, as expectativas e os critérios de avaliação (FILATRO; CAVALCANTI, 2018) de modo que a implantação favoreça uma maior autonomia dos alunos para que possam assumir responsabilidades no âmbito de atuação do projeto.

É importante que o projeto seja significativo, visando atender um propósito educacional bem claro para os estudantes, tomando os devidos cuidados para manter o foco da aprendizagem (FILATRO; CAVALCANTI, 2018). Por isso, é necessário que o professor se mantenha atento para cada uma das etapas de seu desenvolvimento, cuidando para que haja o aprendizado dos conteúdos curriculares planejados.

Conforme o Buck Institute for Education apud Mattar (2018, p. 61):

Aprendizagem Baseada em Projetos é um método de ensino pelo qual os alunos adquirem conhecimentos e habilidades trabalhando por um longo período de tempo para investigar e responder a uma questão, um problema ou um desafio autêntico, envolvente e complexo.

Segundo Filatro e Cavalcanti (2018), na APBj os alunos são organizados em grupos para desenvolver um projeto que pode ser presencial, de modo híbrido ou na modalidade EaD. Para isso, o professor deve apresentar um tema instigante que norteie as ações relacionadas ao projeto, deixando claro os prazos, o escopo do trabalho, as expectativas quanto aos resultados e os critérios de avaliação.

Mattar (2017) afirma que essa metodologia desenvolve as habilidades essenciais de conhecimento, compreensão e sucesso. Então, para o projeto ser desenvolvido, ele precisa ser desafiador, proporcionando investigação contínua com autenticidade, permitindo que os alunos tenham voz e escolha, podendo refletir, criticar e revisar todo o processo quando necessário.

Devemos focar em projetos que se apropriem dos conceitos curriculares e elaborados de forma colaborativa, providos de problemas autênticos da realidade, com uma questão orientadora, tarefas desafiadoras e complexas, de modo que envolva a produção de artefatos com rubricas para a avaliação (MATTAR, 2017). Como em outras metodologias ativas, os estudantes devem ser vistos como sujeitos mais autônomos, que possuem capacidades de assumir responsabilidades e definir o âmbito de atuação do seu projeto (FILATRO, CAVALCANTI, 2018). A APBj exige habilidades de mudança de papéis tanto dos alunos quanto dos professores, que passam a ser os mediadores do processo da construção do conhecimento (MATTAR, 2017).

Portanto, a ABPj segue os passos de outras estratégias ativas, sendo importante ressaltar que o estudante deve ser imerso no contexto, compartilhando com membros dos grupos suas expectativas de aprendizagem e experiências para embasar a tomada de decisão. É importante que os membros do grupo definam o método e a tecnologia para ser utilizado em cada uma das etapas e também o plano de ação para se executar na busca de obter os resultados de aprendizagem delineados pelo professor.

A ABPj tem por objetivo final a entrega de um produto, que pode vir a ser um relatório de atividades desenvolvidas, um protótipo da solução ou mesmo um plano de ação a ser implementado na comunidade local (FILATRO, CAVALCANTI, 2018). Esta é uma das maneiras de avaliar a ABPj, levando em consideração que o mais importante desta metodologia é que o projeto seja significativo, com propósitos claros para os envolvidos, entretanto, devemos tomar cuidado para não perder o foco dos objetivos de aprendizagem, e com isso desvincular o projeto dos conteúdos curriculares.

Para Filatro e Cavalcanti (2018), é necessário que o professor acompanhe o desenvolvimento de cada uma das etapas, oferecendo ajuda e orientação quando necessário, certificando-se de que os alunos estão vivenciando os momentos de ação e tendo a oportunidade de refletir sobre o que aprenderam por meio do projeto.

Segundo Mattar (2017), ao realizar um estudo com pesquisas que envolveram a aplicação da ABPj e outras metodologias ativas, os resultados indicaram quase sempre maior motivação e envolvimento das atividades, mas não geraram melhores resultados de aprendizagem quando utilizaram de avaliações tradicionais, como os testes ou provas, que procuram mensurar o conhecimento imediatamente retido. Mas ao avaliar o desenvolvimento de habilidades mais complexas, como a resolução de problemas e transferência para a realidade ou retenção do conhecimento por um prazo maior, os resultados foram melhores para aqueles alunos que tiveram contato com as metodologias ativas.

Após trazermos a fundamentação teórica de várias metodologias ativas e suas possíveis contribuições para o ensino de Engenharia, na subseção 1.2 focamos na relação destas com as DCNs, onde encontramos o amparo legal para o desenvolvimento de nossas ações e suas possíveis contribuições para a construção do conhecimento dos acadêmicos.

1.2 AS METODOLOGIAS ATIVAS E SUA RELAÇÃO COM AS DCNs PARA O CURSO DE ENGENHARIA

O processo de modernização dos cursos de graduação para que estejam em consonância com o mundo do trabalho deve ser permanente, sendo estes de qualquer área e em qualquer lugar. Isto ocorre porque o mundo está em um processo contínuo de aperfeiçoamento, devendo o currículo de todos os cursos, em especial as Engenharias, formar profissionais capazes de atender às demandas socioeconômicas, ambientais e tecnológicas.

O Ministério da Educação brasileiro, por meio do Conselho Nacional de Educação e da Câmara de Educação Superior emitiu o Parecer nº 1362/2001-CNE/CES/MEC (BRASIL, 2001), e posteriormente a Resolução nº 11/2002-CNE/CES/MEC (BRASIL, 2002), que tratavam das DCNs do Curso de graduação em Engenharia. Nesses documentos foi estabelecido que o egresso/formado deveria possuir uma formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, estando capacitado para absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problema. Assim,

deveria considerar seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

O Parecer nº 1362/2001-CNE/CES/MEC, no ato de publicação, orientava que os cursos de graduação em Engenharias deveriam ser organizados com estruturas flexíveis, de modo que permitissem que o futuro profissional tivesse opções de áreas de conhecimento, atuação e articulação permanente com o campo de atuação do profissional.

Esse documento destacava o desenvolvimento de atribuições como enfoque da competência, com abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática.

Porém, nem todas as atribuições que foram contempladas naquelas diretrizes se tornaram práticas executadas em sala de aula. Segundo Brasil (2018), muitos núcleos de conteúdos determinaram currículos com foco principalmente no desenvolvimento de conteúdos e práticas restritas a laboratórios, em disciplinas estanques e geralmente descontextualizadas, ou seja, foi mantida a predominância do modelo tradicional de ensino, que ainda se perpetua nos cursos de Engenharias no Brasil.

Perante essa situação de poucos avanços e mudanças em um período de mais de uma década e meia, em agosto de 2018 o Ministério da Educação, a pedido do Conselho Nacional de Educação e da Câmara de Educação, constituiu uma comissão composta por Luiz Roberto Liza Curi (Presidente), Antonio de Araujo Freitas Junior (Relator), Paulo Monteiro Vieira Braga Barone, Antonio Carbonari Netto e Francisco Cesar de Sá Barreto, que sob processo nº 23001.000141/2015-11, almejou tratar das novas DCNs para as graduações em Engenharia.

Segundo Brasil (2018), o país enfrenta dificuldade econômica de competir no mercado internacional, tendo o Índice Global de Inovação fraco, com baixa pontuação no indicador relacionado aos recursos humanos e pesquisa, em especial aos graduados em Ciências e Engenharias.

Mesmo após alguns avanços, muitos dos problemas ainda permanecem recorrentes nos cursos de Engenharia ofertados no Brasil, como a baixa taxa de engenheiros formados por 100 mil habitantes, alto índice de evasão dos cursos de graduação (cerca de 50%) e dificuldades do setor produtivo em recrutar profissionais com formação técnica sólida, combinada a uma formação mais humanística e empreendedora.

Percebe-se que os egressos/formados destes cursos não estão saindo capacitados/preparados o suficiente para desenvolver todas as competências e habilidades que lhes são atribuídas/esperadas que os tornem capazes de se desenvolver profissionalmente com qualidade e responsabilidade, pois ainda se tem priorizado o acúmulo de conteúdos como garantia de formação de um bom profissional:

Estas competências e habilidades tem sido requisitadas para a empregabilidade, uma vez que o mercado competitivo seleciona os profissionais bem preparados, com habilidades práticas de gestão e de trabalho em equipe para suprir as demandas emergentes (SETFENON, 2019, p. 4090).

Conforme essa proposta, a revisão das DCNs era uma peça-chave, tendo em vista o lugar central ocupado por estas na geração de conhecimento, tecnologias e inovações, sendo estratégico considerar essas tendências, dando ênfase na melhoria da qualidade dos cursos oferecidos no país a fim de aumentar a produtividade e ampliar as possibilidades de crescimento econômico:

Nesse sentido, diante das profundas transformações que estão em andamento no mundo da produção e do trabalho (em especial, com a emergência da manufatura avançada), as DCNs devem ser capazes de estimular a modernização dos cursos de Engenharia, mediante a atualização de conteúdos, foco no estudante como agente de conhecimento, maior integração empresa-escola, valorização da inter e transdisciplinaridade, assim como do importante papel do professor para conduzir as mudanças necessárias, dentro e fora da sala de aula. A demanda diversificada por engenheiros (por exemplo, com perfis de pesquisador, empreendedor ou mais ligado às operações), deve refletir-se em uma oferta mais diversificada de programas (BRASIL, 2018, p. 3).

A proposta de atualização destas DCNs, segundo o relator Antonio Araújo de Freitas Júnior, deveria contemplar as seguintes premissas: elevar a qualidade do ensino em Engenharia primordialmente; permitir maior flexibilidade na estruturação destes cursos, de modo a induzir que as instituições de ensino inovem seus modelos de formação; e reduzir a taxa de evasão nesses cursos.

Para isso, os cursos de Engenharia deverão atender as seguintes proposições: foco na formação por competências; utilização de metodologias inovadoras; indução de políticas institucionais inovadoras; ênfase na gestão do processo de aprendizagem; fortalecimento do relacionamento com diferentes organizações; valorização da formação do corpo docente; carga horária e tempo de integralização dos cursos e; implementação de políticas de acolhimento (BRASIL, 2018).

Buscando atender todas essas demandas levantadas para os cursos de Engenharia, em abril de 2019 foi publicada a Resolução nº 02/2019 do CNE/CES/MEC. Esse documento, a partir de então, passou a orientar toda a estrutura curricular, bem como as metodologias a serem desenvolvidas, buscando modernizar todos os cursos de Engenharia, visando formar profissionais que atendam as demandas contemporâneas.

Neste sentido, as DCNs para o curso de graduação em Engenharia apresentaram em seu texto metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj), abrindo caminhos para uma maior adoção de tecnologias digitais, permitindo o uso de modelos como Sala De Aula Invertida, laboratório rotacional e rotação individual.

Segundo Bacich e Moran (2015), o laboratório rotacional consiste nos alunos utilizarem a sala de aula e o laboratório de informática ou outro espaço munido de tablets ou computadores, porque trabalharão de forma online. Dessa forma, um grupo de alunos é direcionado para o laboratório, devendo trabalhar de forma individual e autônoma, buscando cumprir os objetivos designados pelo professor. O outro grupo de alunos permanece em sala realizando a aula da maneira que o professor considerar mais adequada. Posteriormente poderá haver troca de ambientes entre esses grupos, por isso, é importante que a realização de uma atividade não venha a depender da outra.

Na rotação individual, o aluno possui uma lista de atividades que devem ser cumpridas em uma aula, respeitando a individualidade de cada um. Neste sentido, a personalização da avaliação deve estar em conformidade com a capacidade do estudante, pois essa estratégia só faz sentido se o trajeto estiver em consonância com suas dificuldades ou facilidades, que foram identificadas com antecedência (BACICH; MORAN, 2015). Também contempla o envolvimento dos estudantes em atividades e espaços *makers*, para imersão ao contexto de inovação.

Essas metodologias, com base na ótica do trabalho pedagógico, devem trabalhar com a metodologia da problematização, na qual ensinar significa criar/propor situações que despertem a curiosidade do aluno e lhe permita pensar o concreto, conscientize-se da realidade, questione-a e construa conhecimentos para transformá-la, superando, dessa forma, a ideia que ensinar é sinônimo de transferir conhecimento (ALMEIDA, 2018).

Conforme Brasil (2019), o objetivo das DCNs é promover maior sentido, dinamismo e autonomia ao processo de aprendizagem em Engenharia, de modo que o acadêmico seja envolvido em atividades práticas desde o início do curso. Para isto, segundo Gil (2017), o acadêmico precisa participar ativamente do próprio aprendizado, mediante a pesquisa, a

experimentação, o trabalho em grupo, o estímulo ao desafio, o desenvolvimento do raciocínio e a busca constante do conhecimento.

Diante dessas proposições e procurando atender principalmente às que se referem às metodologias inovadoras e a gestão do processo de aprendizagem, acredita-se que a disciplina de Física deverá atender aos anseios que hoje se preza na formação plena do acadêmico de Engenharia. Isso ocorre pois ela faz parte dos 30% do núcleo comum de conteúdos básicos, e estará presente nos cursos de Engenharia, conforme as DCNs vigentes.

Entretanto, a inserção da Física nas grades curriculares, e principalmente o seu ensino nos cursos de graduação, não tem acompanhado os avanços tecnológicos, e muitas vezes se mostra distante da realidade dos acadêmicos. Um dos grandes problemas está no modo como as aulas geralmente são conduzidas, uma vez que:

O professor universitário, como o de qualquer outro nível, necessita não apenas de sólidos conhecimentos na área em que pretende lecionar, mas também de habilidades pedagógicas suficientes para tornar o aprendizado mais eficaz. Além disso o professor universitário precisa ter uma visão de mundo, de ser humano, de ciência e de educação compatível com as características de sua função (GIL, 2017, p. 1).

Acreditamos que as metodologias ativas sejam capazes de proporcionar o desenvolvimento de tais habilidades, um maior engajamento dos docentes universitários em prol de processos de ensino e aprendizagem mais dinâmicos e práticos na disciplina de Física, para que os conhecimentos adquiridos no ambiente acadêmico se aproximem mais da realidade dos alunos e de seus futuros ambientes de trabalho.

Tendo clareza em relação às possíveis contribuições das metodologias ativas para o ensino de Física na Engenharia, precisamos também dominar suas ferramentas avaliativas porque, se a proposta é inovar quanto às estratégias de aprendizagem, devemos também buscar meios diferenciados e eficientes para o processo avaliativo no ensino. Dessa forma, na subseção 1.3 destacamos algumas possibilidades de avaliação que podem favorecer as solicitações exigidas nas DCNs.

1.3 O PROCESSO DE AVALIAÇÃO POR MEIO DAS METODOLOGIAS ATIVAS

A avaliação é algo inerente à vida de todos os seres humanos e, com base em seus resultados, tomamos decisões para todas as nossas atividades cotidianas. Segundo Both

(2012a), o tema da avaliação envolve muitas conotações e concepções diferentes, o que a torna um componente diário que deve ser debatido, pesquisado e analisado de forma ampla e profunda.

Por fazer parte das atividades corriqueiras dos seres humanos, o termo “avaliação” se constitui um campo muito amplo e abrangente, não sendo possível, nesta etapa de trabalho, apresentarmos e discutirmos todas suas nuances e características. Portanto, delimitaremos essa discussão ao contexto acadêmico-escolar, principalmente quanto aos processos de caráter contínuo, formativo e somativo (BOTH, 2012a). Esses processos representam a síntese dos debates avaliativos, e incluem diversas formas de concepção de avaliar e facilitar a aprendizagem.

Ressaltamos que o processo de ensino e aprendizagem é composto de uma série de fatores que se relacionam - ou deveriam ser relacionados - na busca da construção do conhecimento do aprendiz. Isso perfaz desde a formação de professores, desenvolvimento de currículos, métodos, recursos didáticos e, por fim, a avaliação. Esta tem por objetivo a averiguação da aprendizagem do aluno por meio de instrumentos avaliativos e, então, conceder-lhe promoção ou retenção.

No processo educacional é muito comum que ocorram confusões entre o que usualmente chamamos de avaliação com os instrumentos avaliativos. Segundo Libâneo (1994), a avaliação da aprendizagem deve ser um processo contínuo que ocorre em diferentes momentos da construção e reconstrução do conhecimento pelo aluno, bem como deve fornecer indicativos dos instrumentos e procedimentos de verificação, utilizados pelo professor para atingir os objetivos.

Já os instrumentos avaliativos são os recursos didáticos para a coleta de informações em relação à aprendizagem e verificação de sua ocorrência conforme foi planejado pelo professor. Sendo assim, usualmente os instrumentos avaliativos são provas, seminários, portfólios, pesquisas etc., mas devido à complexidade da avaliação, o uso de apenas um único instrumento não é viável para revelar a aprendizagem do aluno (LIBÂNEO, 1994).

Segundo Carvalho e Sasseron (2018), a avaliação, para os alunos, deve permitir um feedback adequado de sua aprendizagem, e para o professor avaliar também o seu trabalho e seu processo de ensino. Com base na avaliação, ele pode pensar no que fazer para alcançar os resultados desejados. Dessa forma, esse instrumento pedagógico não pode representar um obstáculo ao processo educacional, mas deve redirecionar, realimentar, conduzir, enriquecer e valorizar o papel do ensino em função da aprendizagem (BOTH, 2012b).

Segundo Tenreiro e Brandalise (2002), historicamente as discussões em relação à avaliação já percorreram quatro gerações a partir do início do século XX: a primeira ocorreu entre as décadas de 1920 e 1930, e não diferenciava avaliação de medida, ficou conhecida como a avaliação de testes ou escores; a segunda foi classificada como avaliação dos objetivos, ocorrendo no período de 1930 a 1940, e era direcionada para a descrição dos padrões e critérios; a terceira, que ocorreu entre 1960 a 1970, se ocupava com o julgamento, porque não bastava medir e descrever, era necessário julgar sobre todas as dimensões do objeto, inclusive sobre o objeto e; por fim a quarta se inicia na década de 1990, na qual emerge um novo conceito de avaliação, caracterizada como processo interativo, negociado, fundamentado num paradigma construtivista.

Neste sentido, Hoffmann (1991) afirma que a avaliação, até então, se transformou no mais incisivo instrumento de injustiças sociais e ineficiente em quase todos os aspectos em que se analise. Prontamente, muitas críticas foram feitas em relação a essas gerações de avaliação, bem como muitas pesquisas e propostas emergiram na busca de superar alguns instrumentos avaliativos ou, pelo menos, minimizar os seus efeitos e poder. Sem demora:

É necessária a tomada de consciência e a reflexão a respeito desta compreensão equivocada de avaliação como julgamento de resultados porque ela veio se transformando numa perigosa prática educativa. A avaliação é essencial à educação (HOFFMANN, 1991, p. 16-17).

A avaliação no processo educacional, por ser essencial e poder indicar a aprendizagem do aluno, a efetividade do método do docente e sua postura, neste sentido, deveríamos utilizá-la como uma via de mão dupla, na qual tanto os alunos como os professores fazem parte do processo, bem como apresentar os resultados das políticas educacionais e a intenção que estas trazem subjetivamente.

Cientes da importância da avaliação no processo educacional e que suas mudanças não são imediatas, a transição entre as gerações acabara sempre utilizado instrumentos e recursos avaliativos desenvolvidos pelas gerações anteriores. Dessa forma, a geração construtivista faz uso desses instrumentos também, porém, por ser uma abordagem madura, vai além da Ciência, procurando captar os aspectos humanos, políticos, sociais, culturais e éticos envolvidos no processo. Essa avaliação estabelece uma “nova relação entre professor, aluno e conhecimento contínuo e progressivo, em que o aluno não é apenas um receptor e acumulador de informações, senão construtor do seu conhecimento” (TENREIRO; BRANDALISE, 2002, p. 137).

Para melhorar a compreensão a respeito do conceito de avaliação, Both (2012b) a descreve como um processo diagnóstico-constructivo, que deve levar em conta três aspectos relevantes: o primeiro se relaciona como processo, sendo dinâmico e evolutivo, que acaba por se constituir um elemento de transformação; o segundo se refere ao diagnóstico, que está presente na fase inicial, mas também deverá acompanhá-lo durante todo o percurso e; finalmente, constructivo pois, por meio da utilização dos indicativos positivos é que se analisa o desenvolvimento do aluno por meio da aprendizagem:

Certamente convém repetir que a avaliação, quando encarada como processo dinâmico, constructivo, de tomada de decisão somente a partir de dados significativos – não de médias -, requer do professor alto grau de responsabilidade e de senso de justiça. Não a podemos empregar como classificatória, mas como agente de diagnóstico para o cumprimento da função identificadora de bons resultados (BOTH, 2012b, p. 58).

No Brasil, apesar de alguns avanços terem sido alcançados com as diferentes gerações de avaliação, o modelo tradicional de ensino ainda é muito utilizado na educação básica e superior. Isso recai em uma avaliação constituída de provas e testes, sendo os principais instrumentos avaliativos, quando não os únicos empregados para a composição de notas ou conceitos.

Segundo Silva (2018, p. 10):

[...] o que geralmente vemos são testes, trabalhos e provas que privilegiam apenas a memorização e inteligências restritas à linguística e lógico- espacial, em detrimento das múltiplas inteligências, diversidade de aprendizagem e toda a gama de aprendizagem que o aluno traz consigo, ainda que empoeirada pelo desuso por tantos anos.

Behrens (2013) afirma que ainda estamos presos ao pensamento newtoniano-cartesiano, que fragmentou o saber, repartiu o todo, ocasionando marcas relevantes e que afeta as pessoas que frequentam a escola em todos os níveis de ensino. Essa visão fragmentada levou os professores e alunos a processos de reprodução de conhecimento na base de cópias e imitações, em que o processo pedagógico recai sobre o produto, no resultado e na memorização de conteúdo, muitas vezes desprovidos de significado para quem estuda (BEHRENS, 2013).

Nesse modelo prevalece os alunos enfileirados, aceitando com passividade o autoritarismo do professor e a impossibilidade de divergir em relação aos critérios da avaliação, principalmente quando ela se ancora somente na perspectiva da avaliação somativa ao final de um período. Essa avaliação:

[...] na prática pedagógica tradicional busca respostas prontas e não possibilita a formulação de perguntas. Esse fator impede os alunos de serem criativos, reflexivos e questionadores. A avaliação, de maneira geral, única e bimestral, contempla questões que envolvem a reprodução dos conteúdos propostos, enfatizando e valorizando a memorização, a repetição e a exatidão (BEHRENS, 2013, p. 43-44).

Behrens (2013) afirma que o desafio para os cientistas e intelectuais está em buscar/desenvolver uma prática pedagógica inovadora, que supere a fragmentação e reprodução do conhecimento. Porém, muitas vezes, ao se tentar estabelecer ações didáticas inovadoras, o sucesso acaba sendo inferior ao esperado, porque simplesmente se transfere as práticas pedagógicas de uma instituição para outra, isto é, tenta-se aplicar um método de um contexto para outro totalmente diferente, desconsiderando suas peculiaridades (OLIVEIRA, 2019).

Neste sentido, conhecer o público a ser atendido, bem como seus perfis e interesses, é essencial para a implementação de práticas inovadoras, ainda mais se estas tiverem o objetivo de colocar o aprendiz como agente ativo da construção de seus conhecimentos. Behrens (2013) é enfática quando afirma que a construção do conhecimento deve envolver o aluno no processo educativo, porque ela “valoriza a reflexão, a ação, a curiosidade, o espírito crítico, a incerteza, a provisoriade, o questionamento, e exige reconstruir a prática educativa proposta em sala de aula” (BEHRENS, 2013, p. 55). Para isso, deve deslocar o aprendiz para uma nova posição no processo de ensino e aprendizagem, na qual o conhecimento passa a ser adquirido com autonomia, sendo interpretado, e não apenas aceito acriticamente.

Segundo Torres, Mendes e Sousa (2018), há necessidade de mudanças urgentes, e elas se impõem para que as instituições venham a se adequar progressivamente, deixando de lado o modelo predominante de organização da educação estruturada em disciplina em detrimento de uma perspectiva que garanta uma postura de ação ativa do estudante. Dessa forma, devemos levar em conta os seus interesses, conhecimentos prévios, inclusive possibilitarmos o atendimento individualizado para atender dificuldades específicas e flexibilizando a oferta de conteúdos para permitir sua participação.

Portanto, a avaliação deve visar o crescimento gradativo, respeitando o aluno como pessoa e suas múltiplas inteligências, com seus limites e qualidades (BEHRENS, 2013). Para tanto, a avaliação deve ser contínua, processual e transformadora, contemplando momentos de autoavaliação e de avaliação em grupo. Por ser responsável, criativo e reflexivo, o aluno participa com o professor inclusive da composição dos critérios de avaliação. Isso se deve ao fato de que:

[...] a aprendizagem é um processo bilateral em que o professor e aluno aprendem, sendo o aluno o principal agente da aprendizagem - devemos centrar nele as atividades de ensino, respeitar suas competências, capacidade e habilidades (BOTH, 2012b, p. 36).

Essas ideias corroboram com o uso das metodologias ativas porque, nesse contexto, o processo de avaliação é diagnóstico no início, é contínuo e formativo durante o desenvolvimento e somativo ao final. A avaliação não deve ser vista apenas como elemento para a definição de aprovação ou reprovação do aluno, mas como o conjunto de ações associadas ao seu processo de aprendizagem e ao replanejamento das ações educativas docente (GIL, 2017).

Por isso, ter domínio das técnicas avaliativas é tão importante para a constituição desse processo, levando à “busca por metodologias que colaborem para o ato de ensinar e avaliar que conduzem à Aprendizagem Significativa, como alternativa as metodologias tradicionais, recorre-se a aplicação de metodologias ativas” (STEFENON, 2019, p. 410). Essa avaliação da Aprendizagem Significativa implica avaliar a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento às situações não conhecidas, não rotineiras, devendo ser predominantemente formativa e recursiva (MOREIRA, 2012).

Isso envolve o “deslocamento do enfoque do professor para o aluno, do ensino para a aprendizagem, do memorizar para construir, colocando o interesse e motivação do aluno no centro da abordagem de ensino e de aprendizagem” (TORRES; MENDES; SOUSA, 2018, p. 16).

Portanto, a avaliação deve estar integrada ao processo educacional como um todo, de modo que acompanhe o aluno continuamente, isto é, não pode ser resumida a uma única nota no momento final, que possa ser traduzida em números (MASETTO, 2003). Masetto (2003) defende que o processo avaliativo também deve ser aplicado ao professor e seus objetivos propostos, isto é, se durante a avaliação os alunos têm atendido às expectativas de aprendizagem almejada, sendo de suma importância os registros dos vários momentos de aprendizagem, tanto por parte dos discentes quanto dos docentes:

Na busca de uma melhor compreensão dos métodos de ensino e de transformações que ocorrem ao serem incorporadas a prática docente, faz-se necessário uma ferramenta analítica que explicita as razões subjacentes ao uso de técnicas e tarefas propostas. Tal iniciativa vai ao encontro da redução da lacuna entre pesquisa e sala de aula na medida em que estabelece uma linguagem em comum para o diálogo entre teoria e prática (OLIVEIRA, 2019, p. 16).

Neste sentido, o uso das metodologias ativas pode contribuir também com uma avaliação que possa favorecer a aproximação entre teoria e prática, com instrumentos avaliativos que explorem novas e diversas formas de ensinar e aprender. Portanto, é necessário pensarmos como podemos realmente explorar os saberes dos alunos em sua totalidade, de forma que suas diversas inteligências e competências sejam aproveitadas (SILVA, 2018). Sendo assim:

O professor precisa repensar sua própria prática e buscar por mudanças constantemente. É necessário que as avaliações nos ajudem a conhecer mais desse aluno do que meramente sua letra em um pedaço de papel, no qual fazemos perguntas muitas vezes cansados demais até mesmo para pensarmos sobre elas. Urge que a avaliação seja sinônimo de apreciação para a todos (SILVA, 2018, p. 13).

Para tanto, Lacerda e Santos (2018) afirmam que a avaliação no contexto das metodologias ativas deve ser entendida como um processo que, para ser justo e significativo, precisa ser diversificado e ser claro quanto aos seus objetivos. Essa diversificação envolve a variação de técnicas e tarefas que fujam do modelo de teste ou provas, permitindo o entendimento da teoria com a prática, incorporando o atendimento das diferenças individuais existente entre os alunos.

Assim sendo, as pesquisas devem convergir no sentido de desenvolver e elencar técnicas avaliativas que possam sustentar uma visão dinâmica de avaliação, que venha ao encontro de propiciar o desenvolvimento dos diferentes tipos de aprendizagem.

Mattar (2017) agrupa a diversidade de técnicas avaliativas em quatro grupos, conforme as aprendizagens que elas podem favorecer e que podem ser desenvolvidas no nível Superior, são elas:

- a) Aprendizagem cognitiva: prova discursiva ou dissertação, prova oral ou entrevista, prova com consulta (não apenas pontual, e um dia e horário marcados, mas como um processo, por vários dias), prova com teste de múltipla escolha, prova com questões de lacunas, estudo de caso, trabalhos e monografias;
- b) aprendizagem de habilidades: observação, lista de verificação (ou *check-list*), prova prática, diário de curso;
- c) aprendizagem de aspectos afetivos: observação e suas derivações;
- d) aquisição de valores e atitudes: descritas anteriormente, como diário de curso, estudo de caso, entrevista, trabalho ou monografias (MATTAR, 2017, p. 97).

Este conjunto de técnicas avaliativas que foram reunidas em quatro grupos são principalmente direcionadas ao meio universitário, estando em consonância com o nível pesquisado neste trabalho, porém, muitas dessas técnicas podem e devem ser desenvolvidas também na Educação Básica. Assim, a utilização das metodologias ativas e suas estratégias

devem descrever quais são os materiais a serem utilizados, os encaminhamentos e como ocorrem as suas avaliações na busca de potencializar o processo de ensino e aprendizagem.

Cabe ressaltar que não temos o objetivo de esgotar o assunto e todas as possibilidades sobre o desenvolvimento da avaliação via metodologias ativas, mas oferecer um panorama sobre como algumas delas podem ser desenvolvidas com base em diferentes instrumentos, como é o caso dos mapas conceituais e mapas mentais, que serão apresentados nas próximas subseções.

1.3.1 Mapas Conceituais

A utilização de mapas conceituais para a averiguação da Aprendizagem Significativa por meio de seus elementos é defendida por vários autores (MOREIRA, 2010; MOREIRA, 2006; MOREIRA; MASINI, 2001; NOVAK; GOWIN, 1999; GOMES 2017; GOMES; BATISTA; FUSINATO, 2019), que em seus trabalhos apresentam resultados de pesquisas que favorecem a teoria de David Ausubel (1968). Essas pesquisas são datadas desde a década de 1970 até os dias atuais, sendo bastante comuns no ensino de Física.

Moreira e Masini (2001) definem os mapas conceituais como diagramas que indicam relações hierárquicas entre os conceitos, refletindo a organização conceitual de um assunto, disciplina ou mesmo de um curso todo. Para Correia, Silva e Romano Junior (2010, p. 1), é uma técnica “bem estabelecida que permite a representação gráfica de conhecimento e informação”.

Entretanto, o uso bem-sucedido dos mapas conceituais está diretamente relacionado ao conhecimento do professor com relação às teorias que justificam essa estratégia metodológica. Sem demora, uma aproximação entre a metodologia de ensino, gestão do grupo e mapeamento conceitual se faz necessário para a utilização plena no contexto da sala de aula (CORREIA; SILVA; ROMANO JUNIOR, 2010).

A estruturação dos mapas conceituais deve partir dos conceitos de maior abrangência para os conceitos de menor, até que na base do mapa sejam justapostos os conceitos mais específicos ou os exemplos. Assim, eles mostram as relações de subordinação e superordenação que indicam possivelmente a Aprendizagem Significativa de conceitos (MOREIRA, 2010).

Entretanto, as relações entre os conceitos não existem somente em nível hierárquico, mas podem ocorrer verticalmente, horizontalmente e diagonalmente (MOREIRA, 2006). Em mapas conceituais bem estruturados, é comum que se apresente um maior o número de ligações simples e cruzadas, que o torna mais completo, porém, a existência de um tipo de ligação não exclui e nem obriga a existência de outra.

Não há um roteiro pré-estabelecido para construir um mapa conceitual, pois existem várias maneiras para estruturá-lo, o importante é entender como ele pode ser elaborado. Devido ao fato de as pessoas possuírem diferentes visões, o mapa conceitual é concebido conforme a visão individual, assim, mesmo que sejam especialistas de uma mesma área, cada um terá um entendimento e interpretação dos conceitos chave para ser mencionado (MOREIRA; MASINI, 2001).

Segundo Moreira e Masini (2001):

[...] um mapa conceitual deve ser sempre visto como “um mapa conceitual” e não como “o mapa conceitual” de um dado conjunto de conceitos. Ou seja, qualquer mapa conceitual deve ser visto como apenas uma das possíveis representações de uma certa estrutura conceitual (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 52).

Portanto, os mapas conceituais podem ser usados para introduzir um assunto, porém, Moreira e Masini (2001) aconselham que sejam usados quando os alunos estiverem familiarizados com os conteúdos desenvolvidos, quando já houver uma familiaridade com essa ferramenta por parte deles.

Com base nas relações apresentadas entre os conceitos e na medida que diferem em grau inclusão e generalização, os mapas conceituais apresentam uma organização das ideias mostrando elementos consistentes da aprendizagem, promovendo a retenção e visão integrada dos assuntos estudados.

A avaliação por meio de mapas conceituais também vem ao encontro das metodologias ativas de aprendizado, dando ao aluno liberdade de apresentar e a organizar suas ideias. Também são importantes devido à individualização da avaliação e, segundo Moreira e Masini (2001), não há mapas conceituais iguais, ou seja, cada um tem seu valor peculiar quando elaborado por cada aluno.

Quando essa ferramenta é aplicada em grupos, para que construam um único mapa conceitual, permite o debate de ideias, a discussão do assunto e a organização do pensamento coletivo por meio de um ato de negociação, ou seja, permite que os integrantes interajam entre si em prol de um único objetivo (GOMES, 2017).

Novak e Gowin (1999) afirmam que não há um padrão estabelecido para a avaliação via mapas conceituais, mas apresentam alguns critérios que podem orientar o professor na busca de elementos de Aprendizagem Significativa de acordo com a teoria de David Ausubel. Conforme Correia, Silva e Romano Junior (2010), na perspectiva ausubeliana, a aprendizagem só é significativa quando o aluno consegue relacionar uma nova informação a ser aprendida com os conhecimentos prévios que detinha anteriormente.

Para tanto, Novak e Gowin (1999) apresentam três critérios para a análise dos mapas conceituais, que auxiliam a inferir se houve uma Aprendizagem Significativa, podendo ser utilizados como critérios de avaliação em uma análise subjetiva:

- a) 1º- Os conteúdos devem estar organizados hierarquicamente, dos conceitos dos mais amplos para os mais específicos;
- b) 2º- se ocorre a diferenciação progressiva dos conceitos nas estruturas dos mapas conceituais porque na medida que vão se formando novas relações, os conceitos ganham novos significados. Assim, ideias abrangentes deverão aparecer no início da estrutura conceitual do aluno, que progressivamente vai incorporando significados, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados;
- c) 3º- a reconciliação integradora demonstra interação entre os conceitos cognitivamente, isto é, a relação que o aluno faz dos novos conceitos adquiridos com os conhecimentos prévios que já possuía. Depois, quando novas informações são adquiridas, a estrutura cognitiva pode se reorganizar e os elementos adquirirem novos significados.

Os elementos básicos e suas relações lógicas são mais fáceis de serem retidos na memória por um período maior de tempo, mas que naturalmente vão sendo esquecidos ou substituídos por novas assimilações ou conhecimentos. Moreira e Masini (1982) afirmam que a esse fenômeno Ausubel chamava de “aprendizagem obliteradora”, que é o “esquecimento gradativo”, mas que ficam retidos e podem ser acionados se forem necessitados em outros momentos.

Neste sentido, os mapas conceituais são ferramentas de ensino ou avaliação com alto potencial, porque favorecem a continuidade natural da Aprendizagem Significativa, ajudando

na organização dos significados e minimizando a aprendizagem obliteradora. É importante destacar que ela se trata de uma:

[...] perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que aprendizagem tenha sido mecânica, não significativa (MOREIRA, 2012, p. 4).

Segundo Correia, Silva e Romano Junior (2010), a avaliação por meio de mapas conceituais é um desafio para o professor, devido ao fato de não haver uma resposta padrão, e sim várias possibilidades de respostas. Portanto, uma estratégia como esta é muito rica e pode contribuir significativamente com o processo de construção do conhecimento, porém, é um tanto quanto trabalhosa, principalmente quando praticada em turmas numericamente grandes. Mas se pensarmos em mapas conceituais coletivos, o agrupamento de alunos em equipes pode favorecer o desenvolvimento deste tipo de avaliação (GOMES, 2017).

Uma segunda maneira de realizarmos a avaliação por meio de mapas conceituais consiste em atribuir pontos quando surgem elementos essenciais, e posteriormente mensurar uma nota. Para isso, Novak e Gowin (1999) afirmam que devemos buscar nos mapas conceituais elementos como proposições (conteúdos), hierarquias, ligações simples, ligações cruzadas e exemplos. Isso pode ser realizado, pois os mapas conceituais são:

[...] instrumentos poderosos para observar as alterações de significados que o estudante dá aos conceitos que estão incluídos no seu mapa. Quando os mapas conceituais são conscientemente elaborados, revelam extraordinariamente bem a organização cognitiva dos estudantes. (NOVAK; GOWIN, 1999, p. 51).

Esses mesmos autores sugerem que o professor crie um mapa conceitual de referência e a ele atribua pontuação para utilizá-lo como parâmetro de análise dos mapas conceituais construídos pelos alunos, assim estes mapas conceituais poderão ter uma pontuação maior que o mapa de referência, indicando uma aprendizagem mais significativa devido ao domínio dos assuntos (NOVAK; GOWIN, 1999).

Segundo Novak e Gowin (1999), a quantidade de pontos fica a critério do avaliador, mas recomendam a atribuição de maior pontuação para os mapas que contenham hierarquias corretas e ligações cruzadas, pois são elementos que demandam um maior domínio do assunto. Para as proposições (conteúdos) e ligações simples, os autores sugerem atribuir pontuação intermediária, e para os exemplos uma pontuação menor, que devem sempre estar ao final de cada hierarquia. No caso de conceitos errados, também há a possibilidade do desconto de pontos, ou descartá-los sem nenhuma penalização.

Alguns autores (GOMES, 2017; GOMES; BATISTA; FUSINATO, 2019), realizaram uma adaptação na teoria de Novak e Gowin (1999) para a pontuação dos mapas conceituais. Primeiro sugerem que o avaliador realize uma planificação dos mapas, de modo que as estruturas hierárquicas se tornem mais evidentes e seja mais fácil a identificação dos elementos avaliados. Essa pontuação é mostrada na **Tabela 1**:

Tabela 1 - pontuação dos elementos essenciais dos mapas conceituais

Elementos	Pontos
Proposições	2
Hierarquia	5
Ligação simples	1
Ligação cruzada	10 ou 2
Exemplos	1

Fonte: Novak e Gowin (1999), adaptado pelo autor, 2020.

Para a atribuição dessas pontuações é necessário que o avaliador tenha clareza na identificação desses elementos nas estruturas dos mapas conceituais. Assim sendo, esses elementos são resumidamente descritos na sequência, baseados na teoria de Novak e Gowin (1999):

- a) Proposições: representam os conceitos corretamente mencionados no mapa, desde de que tenham uma ordem de subordinação do mais amplo para o mais específico na estrutura hierárquica;
- b) hierarquia: são as estruturas sequenciais que partem de um conceito chave e vão se especificando a cada proposição inserida, podendo haver palavras ou frases de conexão. Assim, quanto maior a sequência hierárquica de conceitos, maior será a hierarquia do mapa, alcançando assim maior pontuação. O avaliador pode se utilizar da maior sequência correta de conceitos ou fazer a média dessas cadeias hierárquicas;
- c) ligação simples: mostra a relação simples entre conceitos em diferentes cadeias hierárquicas, mas não representa a síntese destes agrupamentos hierárquicos;
- d) ligação cruzada: é um tipo de ligação que amarra duas ou mais hierarquias. Em geral, ocorre entre os mais importantes segmentos hierárquicos, demonstrando uma maior integração dos saberes na estrutura cognitiva de quem elabora o mapa

conceitual, mas também podem ser apenas a ligação simples entre proposições de diferentes hierarquias, sendo menos relevantes para a pontuação;

- e) exemplos: em geral, devem ser trazidos como os últimos elementos das cadeias hierárquicas, demonstrando a aplicabilidade dos conceitos estudados. Eles são válidos somente se apresentarem coerência com os conceitos da hierarquia que estão finalizando.

A atribuição de pontos para os mapas conceituais permite uma análise estatística do conhecimento do aluno e facilita a mensuração de notas. Apesar de inicialmente parecer trabalhoso, uma vez que o avaliador adquire prática, se torna uma estratégia avaliativa útil e proveitosa, permitindo a identificação de elementos da Aprendizagem Significativa. Isso ocorre porque:

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 17).

Outra estratégia sugerida é a apresentação oral do mapa conceitual elaborado pelo aluno, que permite identificar momentaneamente qual é o domínio conceitual dele e suas relações com os conhecimentos prévios e interdisciplinares, portanto:

[...] acreditamos que mapas conceituais quando utilizados como ferramenta para a indicação de Aprendizagem Significativa, pode favorecer a consolidação do aprendizado do educando. Da mesma forma, ao serem aplicados como avaliação formal, pode contribuir satisfatoriamente com o processo de ensino e aprendizagem, desde que proporcionem uma compreensão ampla e cheia de significados [...]. (GOMES; BATISTA; FUSINATO, 2019, p. 76).

A avaliação por meio de mapas conceituais impõe uma revisão nas relações que professores e alunos desenvolvem em sala de aula pois, por um lado o professor terá que lidar com a subjetividade, por outro, surgirão oportunidades para o diálogo e para as interações aluno-aluno e professor-aluno (CORREIA; SILVA; ROMANO JUNIOR, 2010). Sem demora, essa avaliação estará de acordo com as perspectivas das metodologias ativas, que prezam por uma diversificação da avaliação do aprendizado via mecanismos flexíveis e que valorizem o protagonismo do estudante na apropriação e construção do conhecimento.

1.4 O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A disciplina de Física faz parte da base comum dos cursos de graduação em Engenharia e, junto com as disciplinas da área de Matemática, representam as maiores taxas de reprovação dos alunos nos anos iniciais destes cursos. Vidal e Cunha (2019) afirmam que um dos possíveis motivos sobre a expressiva taxa de reprovação está relacionado à ausência de um raciocínio lógico-matemático abstrato, pois as bases matemáticas e físicas obtidas na educação básica seriam insuficientes para que os alunos se desenvolvam com facilidade nos cursos de Engenharia na universidade. Entretanto, ressaltam que a ausência da compreensão de textos, isto é, o domínio da língua portuguesa, também pode afetar a compreensão do Ensino da Física (VIDAL; CUNHA, 2019).

Moreira (2018), afirma que o ensino de Física no nível superior ainda ocorre tradicionalmente centrado no professor, com memorização de fórmulas para serem utilizadas na resolução de problemas conhecidos. Esse fato muitas vezes repete a abordagem tradicional a que os alunos foram submetidos durante o EM (ensino médio), onde a Física é vista como memorística, matematizada, pouco atrativa e desvinculada de situações cotidianas (GOMES, 2017).

Conforme Sanches e Neves (2011, p. 9), a Física é “uma das ciências que investiga, por excelência, a natureza dos fenômenos da natureza e, além do seu próprio campo de pesquisa, ela age como ciência transversalizadora para outras áreas do conhecimento”.

Em pleno século XXI, o ensino de Física, seja ele em qualquer nível ou formação, precisa de muito mais do que apenas domínios matemáticos, visto que atualmente é exigido dos indivíduos um aperfeiçoamento contínuo em prol de seu desenvolvimento. Nesse sentido, a Física como área do conhecimento deve ser ensinada em situações contextualizadas, tendo o professor como mediador que apresente problemas do cotidiano dos aprendizes sem dispensar todo o seu formalismo.

Essa visão de ensino se aproxima da perspectiva construtivista, onde os conhecimentos não são prontos, mas devem ser trabalhados e vivenciados pelo estudante, que precisa ter respeitados seus direitos de opinar ou até mesmo de contestar o que lhe é ensinado (GIL, 2017).

Segundo Gil (2017), o professor em um ambiente construtivista deve despertar nos estudantes a curiosidade sobre o que será aprendido, estimular o diálogo entre alunos e com o próprio docente, estimular a assumir responsabilidade e autonomia, permitindo que conduzam

as aulas, alterem estratégias e conteúdos de modo que estejam envolvidos em experiências que permitam contradizer hipóteses que foram previamente estabelecidas e estimule a discussão.

É preciso urgentemente desenvolver/adaptar estratégias de ensino que tornem seu aprendizado mais significativo, para que possa ser retido por mais tempo na estrutura cognitiva dos estudantes. Devemos lembrar que ensinar não é “transmitir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (FREIRE, 1992, p. 25). Conforme Gil (2017), pesquisas indicam que em uma situação de aprendizagem, o foco da atividade deve estar voltado para quem aprende, e não para quem ensina.

Portanto, a necessidade de compreender a linguagem da Física está associada ao aumento da curiosidade e vontade de agregar novos conhecimentos à estrutura cognitiva do aprendiz. Então, cabe à Física também auxiliar o aluno no desenvolvimento de sua autonomia e habilidades para trabalhar, expondo suas opiniões e convicções para compreender melhor a vida em termos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Assim, propostas desse tipo de ensino na área de ciências exatas podem “ser facilitadas, devido ao suporte do uso de laboratórios experimentais que são parte integrante dos currículos acadêmicos” (MARQUES; LANÇA; QUIRINO, 2014, p. 124). Entretanto, isso requer de quem ensina um planejamento educacional pautado na realidade, devendo previamente diagnosticar o conhecimento dos estudantes em relação ao que será ministrado, seus interesses e suas reais necessidades. Essa fase, conhecida como diagnóstica, proporciona condições para o professor elaborar seu plano de ensino a partir do PPC (Projeto Pedagógico de Curso).

Portanto, o planejamento envolverá a formulação de objetivos, escolhas de conteúdo e estratégias para facilitar a aprendizagem, assim, poderá executar as atividades para o alcance dos objetivos, que poderá ocorrer por meio do uso das metodologias ativas:

Tais metodologias exigem mudanças de cultura, valores e práxis, entretanto, promovem a cultura da cooperação, reflexões e indagações não visíveis no sistema tradicional de ensino, questionamentos como a importância social do estudo, testes de hipóteses, adaptações desta metodologia, entre outros (STEFENON, 2019, p. 410).

Acreditamos que a Física possa contribuir para a formação do engenheiro, com o perfil que se almeja descrito nas DCNs, entretanto, Moreira (2018) afirma que, mesmo a Física sendo de uma área de pesquisa consolidada e reconhecida internacionalmente, as mudanças no seu processo de ensino têm sido ínfimas e ocorrido muito lentamente.

Assim, o impacto da pesquisa básica em ensino de Física é “muito pequeno, praticamente nenhum” (MOREIRA, 2018, p. 73) e, apesar de “seu indiscutível valor, as pesquisas na área do ensino de Física, contribuíram muito pouco para modificações práticas na sala de aula” (FERNANDES, 1997, p. 5). Esses autores destacam os mesmos problemas, apesar de se tratar de períodos distintos, o que nos leva à reflexão de que não houve avanços significativos em relação a Ensino da Física:

É preciso pensar em como ensinar esses conteúdos, é preciso dar atenção à didática específica, à transferência didática, a como abordar a Física, de modo a despertar o interesse, a intencionalidade, a predisposição dos alunos, sem as quais a aprendizagem não será significativa, apenas mecânica para “passar” (MOREIRA, 2018, p. 76).

Portanto, pensar a reestruturação do ensino de Física se faz necessário para que se venha a superar essa visão limitada, abandonando o ensino tradicional em favor de um ensino centrado no aluno. Dessa forma, proporcionaremos uma aprendizagem ativa e significativa, na qual os alunos trabalhem em pequenos grupos com a mediação do professor, que os ajuda a aplicar conceitos e procedimentos físicos em situações que lhes façam sentido na vida e na profissão (MOREIRA, 2018).

Acreditamos que as metodologias ativas podem contribuir para a mudança que o ensino de Física requer no decorrer do Século XXI e, por isso, na subseção 1.5 ampliaremos as discussões abordando essa temática.

1.5 O ENSINO DE FÍSICA E O USO DAS METODOLOGIAS ATIVAS

Foi a partir do Renascimento, com a ascensão das ciências exatas, que houve aproximação entre essas ciências e a técnica, buscando o domínio da existência humana, implicando não só no domínio da natureza, mas também no domínio do homem sobre os outros homens (RICARDO, 2007).

Todavia, Mazur (2015) afirma que o modo de ensinar Física na década de 1990 não era muito diferente da forma que era ensinado há um século atrás, mas o público a ser ensinado mudou muito. Essa mudança dos estudantes quanto à forma de se comunicar, aprender, relacionar e se informar tem desafiado o ensino da Física.

Nas Engenharias esse movimento não é diferente, pois conforme Siqueira e Torres (2010), a preocupação com o ensino de Física nestes cursos são datadas desde o final da

década de 1990, em que foram intensificados os debates referentes à postura educacional de repetição e reprodução dos conteúdos prontos e acabados, pois:

[...] o ensino de Física pode contribuir para essa formação na medida em que essa disciplina seja apresentada como um campo de conhecimentos e, por isso, como uma maneira social de construir conhecimento sobre o mundo natural (CARVALHO; SASSERON, 2018, p. 44).

Entretanto, no Brasil o ensino de Física sempre esteve alinhado ao modelo tradicional, fragmentado e descontextualizado nos espaços educacionais, desde a educação básica até o nível superior e apesar de “possibilitar a organização da realidade, a fragmentação do conhecimento não é capaz de explicá-la, mas apenas de descrevê-la em caminhos já estabelecidos” (LORENZIN; ASSUMPCÃO; BIZERRA, 2018, p. 199).

Fernandes (1997) ressalta que esse modelo educacional e sua eficácia para o ensino de Física tem sido questionado há muitas décadas, e isso despertou o interesse para o desenvolvimento de várias pesquisas na busca de meios que pudessem renovar o seu processo de ensino e aprendizagem. Conforme Mazur (2015), os métodos convencionais de ensino de Física proporcionaram a formação de muitos cientistas e físicos bem-sucedidos, mas grande parte dos estudantes não se interessam e nem se motivam por esses métodos, havendo necessidade de refletir sobre o que há de errado neles.

Dessa forma, apesar de seu “indiscutível valor, as pesquisas na área do ensino de Física contribuíram muito pouco para modificações práticas na sala-de-aula” (FERNANDES, 1997, p. 5), isto é, as práticas em sala de aula permaneceram presas ao modelo de ensino que vislumbra a resolução de exercícios, que dão ênfase aos cálculos, onde muitas vezes não ocorre a compreensão dos conceitos e sua aplicabilidade em atividades diárias e profissionais.

Vários pesquisadores do ensino de Física (NARDI, 2005; ROSA; ROSA, 2012; OSTERMAN; MOREIRA, 2000) indicam que, apesar do significativo número de pesquisas desenvolvidas nessa área, os resultados delas não chegaram a surtir efeitos para mudanças nas práticas de ensino desenvolvidas em sala de aula.

No ensino superior não é diferente. Segundo Ribeiro, Pigosso e Pastorio (2019), muitas vezes a Física ensinada nos cursos superiores, devido ao seu modelo tradicional de ensino, ao longo dos anos costuma reprovar uma quantidade significativa de alunos, e quando isso não ocorre, ao necessitar de usar os conteúdos em momentos futuros, eles precisam retornar aos estudos, visto que os conhecimentos um dia compreendidos não ficaram retidos nas suas estruturas cognitivas. Isso ocorre devido à priorização do ensino tradicional, que

proporciona uma aprendizagem mecânica, não realizando conexões com a estrutura cognitiva dos alunos, exigindo apenas a memorização.

Infelizmente, essa é uma realidade que não envolve somente o ensino da Física, se estendendo também para outras áreas do conhecimento. Para que essa realidade venha ser superada, mudanças precisam ser implementadas e o professor, ao participar deste processo, deve utilizar estratégias que possam romper com esse modelo de aula ainda tão impregnado no ensino das disciplinas de exatas, principalmente no meio acadêmico.

É necessário superar o tradicionalismo no ensino e capacitar o aluno para além do espaço acadêmico. A universidade deverá proporcionar formação profissional completa, logo, vários objetivos “que precisam ser alcançados, precisarão contar com a colaboração de uma diversidade de técnicas e métodos adequados para cada um deles” (MASETTO, 2018, p. 5). Se trata de implementar meios que venham construir esse processo de treinamento do aprendiz em parceria com seus colegas e professor.

Conforme Lacerda e Santos (2018), os métodos e modelos não tradicionais de ensino podem ser a solução para esse paradigma, pois quando bem estruturados e fundamentados, auxiliam na construção de uma formação de nível superior integral, que agrega competências e melhor prepara os profissionais para serem mais competitivos no mercado de trabalho. Acredita-se que nestas circunstâncias o ensino de Física deve “buscar a formação do cidadão, conectar o conhecimento à vida, dar ao aluno condições para entender o mundo a sua volta” (MENEZES, 2003, p. 19).

Diante da atual condição mercadológica do país, faz-se necessário ressignificar o modelo de ensino do nível superior, uma vez que as abordagens didáticas tradicionais não têm atendido as demandas exigidas na contemporaneidade (LACERDA; SANTOS, 2018).

No final da década de 1990 e início dos anos 2000, a Física para as Engenharias era oferecida em grande parte das universidades por professores que desconheciam a continuidade e particularidades do curso, gerando um ensino segmentado e sem integração entre o ciclo básico e o profissional (MELLO; MELLO, 2003). Esses problemas ainda são muito recorrentes e, para se adaptar à nova cultura universitária, o ensino de Física pode ser incrementado com base nos aspectos de senso comum, que permitam a contextualização dos temas (SIQUEIRA; TORRES, 2010).

Essa contextualização da Física enquanto ciência envolve “linguagens importantes que contribuem para a formação do cidadão e não somente para a compreensão de processos.

Saber o que estamos fazendo amplia nossa capacidade de ser cidadão” (MENEZES, 2003, p. 20).

De acordo com Carvalho e Sasseron (2018), ao lançar um olhar ampliado sobre o que os estudantes devem aprender sobre as ciências nas situações formais de ensino, mostra-se uma preocupação que a Física ensinada em sala de aula possa contribuir para uma participação efetiva dos indivíduos em uma sociedade científica e tecnológica, repleta de informações, mas que apresenta uma carência sobre as maneiras de construir conhecimento sobre elas.

Para tanto, deve-se utilizar uma quantidade expressiva de diferentes materiais e metodologias, visando o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos (ROSA; ROSA, 2012), tais como o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TIDC), revistas, jornais, aulas experimentais, discussões, seminários entre tantos que estejam voltados para o envolvimento do estudante com metodologias que potencializem a construção do seu conhecimento.

Ainda em relação aos materiais e métodos, Lacerda e Santos (2018) afirmam que:

A importância das atividades individuais, a exemplo de leituras prévias, levantamento bibliográfico, escrita, estudo dirigido, entrevista, entre outros, no sucesso e produtividades das atividades pedagógicas coletivas – como o debate e a tempestade de ideias – também são critérios importantes elencados nas metodologias ativas de aprendizagem (LACERDA; SANTOS, 2018, p. 619).

Logo, as metodologias ativas são compreendidas como estratégias de aprendizagem que pretendem incentivar e desenvolver a autonomia do aluno para que ele atue ativamente no seu processo de aprendizagem e formação profissional, porém, não minimizando a importância do docente nesse processo:

Estas técnicas e métodos de ensino e aprendizagem são utilizadas pelos professores com o objetivo de ajudar o aluno a construir seu conhecimento e são essenciais para um melhor aproveitamento do aluno, ajudando-o a adquirir e a fixar o conteúdo que foi ministrado (SANTOS, 2019, p. 20).

Como a Física é a ciência que busca compreender o universo, por ela foram desenvolvidos meios que permitem conhecer as leis gerais da natureza. Ela tem como objetivo descobrir as leis gerais e esclarecer, com base nelas, processos concretos, tomando como base “a formação da engenheira, a Física desempenha um papel fundamental” (ARAÚJO; HORA; SHIMODA, 2018, p. 147) pois ela faz parte dos conceitos fundamentais desta área do conhecimento.

Neste contexto da formação em Engenharia, o ensino de Física deve proporcionar a compreensão dos fenômenos naturais, visto que eles fazem parte dos processos de dominação dos modos de produção e as metodologias ativas, de forma geral, aspiram a formação do ser humano em caráter integral, para além do conhecimento técnico e teórico. Sem demora, almejam a formação de indivíduos com uma visão global da realidade, preparando-os para buscar sempre os conhecimentos que ainda não possuem (URIAS, 2017):

Aprender a aprender requer, antes de qualquer coisa, uma pedagogia centrada em situações didáticas favorecedoras a ela. Não se aprende a aprender apenas ouvindo, escrevendo, memorizando e reproduzindo conhecimentos em provas, é preciso algo mais dinâmico, que ative os alunos, não apenas fisicamente, mas acima de tudo, intelectualmente. É necessário que ele, o aprendiz, ponha em funcionamento toda a sua estrutura cognitiva durante o ato de aprender, e consiga ir além dela, refletindo e retomando cada ação efetivada em busca do conhecimento (ROSA; ROSA, 2012, p. 12).

Apesar de Rosa e Rosa (2012), se referirem a um contexto da educação básica, ele pode muito bem ser estendido para o ensino superior, haja vista que os estudantes devem aprender a aprender, e a escola básica não obteve êxito suficiente nesse processo. São detectadas muitas lacunas e falhas no processo de ensino e aprendizagem, principalmente no ensino de Física, que não tem acompanhado o desenvolvimento da Ciência e suas aplicações tecnológicas.

Muitas dificuldades são lançadas ao ensino e a aprendizagem de Física, podendo ser minimizadas no momento em que o indivíduo se aproprie dos conhecimentos científicos e possa reconstruí-los, atribuindo-lhes significados. Dessa forma, podem associá-los aos seus conhecimentos prévios, com os moldes de sua futura profissão, atendendo às exigências dela e suas tendências (LACERDA; SANTOS, 2018).

Outro problema relacionado ao ensino da Física envolve a questão curricular. Isso ocorre porque o currículo, sendo rígido, muitas vezes não atende às especificidades formativas nos cursos de graduação, principalmente na área de Engenharia, que possui diversas especificações para diferentes profissões:

A lacuna provocada por um currículo de física desatualizado resulta numa prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno. Isso não permite que ele compreenda qual a necessidade de se estudar essa disciplina que na maioria dos casos, se resume em aulas baseadas em fórmulas e equações matemáticas, excluindo o papel histórico e social que a física desempenha no mundo em que vive (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007, p. 2).

Siqueira e Torres (2010) relatam que o curso de Engenharia Eletrônica, como os demais cursos de ensino superior, necessita de uma hora de estudo extraclasse para cada uma hora que foi ministrada em sala de aula, seja com atividades orientadas, em grupo ou individual, nos trabalhos técnicos, palestras ou ensaios em laboratórios. Por isso as estratégias utilizadas pelos professores “devem ser convidativas, para que o aluno participe ativamente e ao mesmo tempo, para que o sujeito se sinta confortável em expor suas ideias” (LACERDA; SANTOS, 2018, p. 623).

Neste sentido, são muitas as metodologias que podem ser propostas para o ensino da Física, desde que tenham o objetivo de transformar a sala de aula em um ambiente de ação do aluno com o professor (RIBEIRO; PIGOSSO; PASTORIO, 2019). Para tanto, os alunos podem aproveitar mais o tempo junto ao docente, debatendo diferentes ideias e tirando dúvidas, enquanto na metodologia tradicional gastam muito tempo com a explanação de conteúdos e resolução de exercícios.

Dessa forma, não se trata de erros ou acertos, mas de “um processo de transformação, de construção de um novo olhar sobre aquilo que aparentemente, já nos é familiar, e não, como acesso a algo que já vem pronto” (CAPECHI, 2013, p. 25). Capechi (2013) se refere ao modelo que busca trazer para o ensino de Física os problemas reais, que precisam ser discutidos, entendidos em seus contextos para que um determinado fenômeno sirva como ponto de partida do processo de ensino e aprendizagem.

Diante deste contexto, Lacerda e Santos (2018) evidenciam que as metodologias ativas estão fundamentadas no modelo de escola construtivista que, para ser desenvolvida com qualidade, necessita de um corpo docente qualificado, que avalie as características dos alunos antes de preparar os currículos com essa ênfase. Caso contrário, as aulas e o processo de ensino e aprendizagem de Física não passarão de um ensino de Física tradicional pautado na utilização de recursos diversificados.

Portanto, é preciso compreender os princípios, as concepções, linguagens e outros elementos que constituem as metodologias ativas, que muitas vezes são confundidas com o uso e aplicação da tecnologia em sala de aula, porque a “tecnologia moderna por si só não resolve os problemas educacionais de aprendizagem e deve ser entendida como instrumento colaborativo das atividades” (LACERDA; SANTOS, 2018, p. 624). Dessa forma:

[...] os desafios propostos por meio da prática das metodologias ativas, quando bem planejados, contribuem para mobilizar as competências desejadas pelo processo de ensino, pois trabalham atributos intelectuais, emocionais e comunicacionais (SILVA; SOUZA, 2019, p. 925).

Logo, o discurso e a prática do professor deverão proporcionar ao futuro engenheiro a aquisição dos conhecimentos empíricos, que compreendam a sua aplicabilidade nas atividades correlacionadas ao seu meio profissional. É preciso buscar uma reestruturação organizacional para que se possa superar esse modelo tradicionalista e fragmentado do conhecimento que, infelizmente, ainda se perpetua em grande parte das aulas de Física, mesmo tendo passado duas décadas do século XXI.

2 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ENGENHARIA: UM ESTADO DE CONHECIMENTO

Nesta seção apresentamos e discutimos os resultados alcançados por meio da realização do ‘estado de conhecimento’ acerca das pesquisas acadêmicas sobre o uso das metodologias ativas em diversas fontes e com diferentes recortes em relação ao uso destas estratégias.

Desta forma, realizamos um levantamento de teses e dissertações, de modo geral, desenvolvidas no ensino superior; em seguida, teses e dissertações da área de Engenharia; depois, os periódicos em três importantes bancos de dados e; por último, os periódicos em uma revista especializada no ensino de Engenharia a fim de investigar o que foi proposto para essa área no que tange as metodologias ativas até o mês de fevereiro de 2020.

2.1 METODOLOGIAS ATIVAS NO PROCESSO DE MODERNIZAÇÃO DO CURRÍCULO DE ENGENHARIA A PARTIR DAS PUBLICAÇÕES DA ÁREA

Flick (2009) sinaliza que, para a realização de uma pesquisa qualitativa, os pesquisadores precisam analisar os períodos adequados, principalmente as produções recentemente publicadas. Isso ocorre para que o pesquisador possa se orientar a partir dos objetivos de sua pesquisa e do seu referencial teórico, buscando respostas para perguntas que ainda não foram respondidas.

Esse momento é necessário, visto que “quase tudo que se queira pesquisar provavelmente esteja relacionado a um campo existente ou adjacente” (FLICK, 2009, p. 66). Isso ocorre pois, nos tempos atuais, dificilmente haverá algo totalmente novo ou inédito sem que ninguém o tenha estudado, pelo menos em partes, logo, necessitamos conhecer a produção acadêmica para poder orientar e contribuir com sua área ou campo de pesquisa.

Entretanto, há a necessidade de delimitar o campo de pesquisa, de modo que ele possa se adequar aos objetivos do pesquisador ou para que ele possa identificar possíveis problemas ou lacunas de sua área, assim:

[..] a literatura existente torna-se relevante para a fundamentação da argumentação do pesquisador, no sentido de demonstrar que as suas descobertas estão de acordo com as pesquisas existentes e essas descobertas ou ultrapassam, ou contradizem os pesquisadores anteriores (FLICK, 2009, p. 66).

Romanowski e Ens (2006) afirmam que o aumento das pesquisas na área de educação nos últimos anos gerou uma série de inquietações e questionamentos sobre o porquê a ampliação destes trabalhos não tem proporcionado mudanças significativas neste campo. Dessa forma, existe a “necessidade de um mapeamento que desvende e examine o conhecimento já elaborado e aponte os enfoques, os temas mais pesquisados e as lacunas existentes” (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 38).

Esse tipo de pesquisas qualitativas visando identificar as produções acadêmicas são denominadas ‘estado da arte’, que recebem essa denominação quando “abrangem toda uma área do conhecimento, nos mais diferentes aspectos que geram produções” (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 39) e tem o objetivo de “mapear essa produção num período delimitado em anos, locais, áreas de produção” (FERREIRA, 2002).

Logo, as pesquisas do tipo ‘estado da arte’ indicam os “caminhos que vêm sendo tomados e aspectos que são abordados em detrimento de outros” (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 39) e, segundo Ferreira (2002), buscam dentro de uma área identificar o que ainda não foi feito ou as lacunas abertas para futuros estudos. Portanto, o foco do ‘estado da arte’ está em analisar as produções, categorizá-las e mostrar seus múltiplos enfoques e perspectivas (ROMANOWSKI; ENS, 2006).

Romanowski e Ens (2006) afirmam que, para a realização do ‘estado da arte’ de uma determinada área ou campo do conhecimento, não basta apenas ler os resumos das dissertações e teses, mas é necessário estudar as produções de congressos e publicações em periódicos da área. Quando os estudos se delimitam para apenas um setor das publicações sobre o tema estudado, são chamados de ‘estado do conhecimento’ (ROMANOWSKI; ENS, 2006). Isso é confirmado por Morosini e Fernandes (2014), quando afirmam que esse método aborda a:

Identificação, registro, categorização, que levem a reflexão e síntese sobre a produção científica de uma denominada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica (MOROSINI; FERNANDES, 2014, p. 155).

Ao descrever sucintamente esses dois métodos, é possível perceber que o levantamento que realizamos, se aproxima das definições do ‘estado do conhecimento’, porque se trata de um campo limitado de pesquisa de uma grande área, apesar de termos nos apropriado de ferramentas que também pertencem ao ‘estado da arte’, mas não em sua integralidade.

O uso dessa forma de pesquisa se torna importante devido à ampliação da quantidade de cursos de graduação na área de Engenharia, principalmente a partir dos anos 2000. Dessa forma, Romanowski e Ens (2006) indicam alguns questionamentos para serem realizados acerca das publicações - que em nosso caso pertencem à grande área de Engenharia - para que se possa fazer uma análise criteriosa em relação a estas pesquisas. Estes questionamentos são:

- a) Quais são os temas mais focalizados?;
- b) como estes têm sido abordados?;
- c) quais as abordagens metodológicas empregadas?;
- d) quais contribuições e pertinência destas publicações para a área?.

Buscando responder a essas perguntas, realizamos um estudo do tipo ‘estado do conhecimento’ em relação ao uso das metodologias ativas em quatro etapas: a primeira consistiu em um levantamento quantitativo de teses e dissertações de modo geral; na segunda, teses e dissertações da área de Engenharia; na terceira, os periódicos em três importantes bancos de dados e; por último, na quarta, os periódicos em uma revista especializada no ensino de Engenharia.

Os procedimentos realizados e os resultados obtidos em cada uma dessas etapas serão demonstrados nas subseções seguintes, iniciando pelas produções científicas de teses e dissertações que envolveram metodologias ativas nos diferentes campos do saber.

2.1.1 A Utilização das Metodologias Ativas no Ensino Superior

As metodologias ativas têm estado em evidência na discussão acadêmica dos últimos tempos, pois apresentam um viés no qual o aluno é imerso no contexto de aprendizagem por meio de diversas estratégias que têm como objetivo colocá-lo no centro de sua formação. Isso se justifica pelo fato de que a busca por metodologias que colaborem para o ato de ensinar e avaliar possam conduzir à Aprendizagem Significativa, como alternativa às metodologias tradicionais, recorre-se então à aplicação das metodologias ativas (STEFENON, 2019).

Visando compreender como as metodologias ativas têm sido utilizadas no ensino superior do Brasil e em quais áreas estão mais concentradas, realizamos uma busca na BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) com o intuito de mapear os trabalhos acadêmicos (teses e dissertações) que versam sobre o tema.

Para isso, ao entrar na página da BDTD, clicamos na ferramenta de “busca avançada”, de modo que pudéssemos realizar um filtro que estivesse mais próximo de nosso objetivo. Então, utilizamos como termos de buscas, em todos os campos, as palavras-chave “metodologias ativas” e “ensino superior”, para identificar a quantidade de publicações que versam sobre o ensino superior utilizando as metodologias ativas, bem como as áreas de suas aplicações.

Utilizamos também o recurso de delimitação temporal, primeiro entre 2009 a 2019, que resultou em 79 trabalhos. Quando expandimos o período entre 2000 a 2019 utilizando o mesmo conjunto de palavras-chave, foram obtidas 80 pesquisas, indicando a emergência da temática enquanto objeto de estudo. Isso indica que o uso das metodologias representa uma parcela ínfima das pesquisas do ensino superior quando pensamos no total de pesquisas que foram realizadas neste período no Brasil.

Sendo assim, estudamos os resumos dos 80 trabalhos com a intenção de identificar se as pesquisas envolviam, concomitantemente, o ensino superior e atividades que pudessem se enquadrar na abordagem das metodologias ativas, conforme orienta Mattar (2017).

Dentre os 80 títulos selecionados automaticamente pelo sistema da BDTD, 03 eram repetições, e 22 não estavam em conformidade com a delimitação das palavras-chave que foram usadas no critério de seleção. Isso ocorreu porque algumas pesquisas tratavam de ensino superior, mas não envolviam metodologias ativas, e outros envolveram metodologias ativas, mas não foram desenvolvidas no ensino superior. Dessa forma, não consideramos estes trabalhos para o levantamento desta seção, restando um total de 55 pesquisas.

Das 55 pesquisas, buscamos por meio da Análise de Conteúdo categorizá-las quanto à área de concentração/curso, a natureza do trabalho (tese ou dissertação) e o percentual que representam do total encontrado. Os resultados podem ser visualizados na **Tabela 2**:

Tabela 2 - Trabalhos acadêmicos encontrados na BDTD relativos aos termos “metodologias ativas” e “Ensino Superior”

Área/curso	Nº de dissertações	Nº de teses	Percentual (%)
Tecnologia/comunicação	14	-	25,45
Enfermagem/saúde	13	01	25,45
Formação de professores	09	01	18,18
Medicina	02	01	5,45
Contabilidade/administração	04	01	9,08

Continua na página seguinte

Engenharia	02	-	3,63
Ensino de física	02	01	5,45
Psicologia	01	-	1,82
Veterinária	01	-	1,82
Arquitetura	01	-	1,82
Teologia	01	-	1,82

Fonte: o autor, 2020.

Por meio das informações que constam na **Tabela 2**, constatamos que as pesquisas envolvendo as metodologias ativas têm abrangido diversas áreas do conhecimento, sendo que cerca de 90,91% são pesquisas de mestrado e 9,09% pesquisas de doutorado. Estes são trabalhos com nível de profundidade maior e que demandam um maior tempo para seu desenvolvimento.

Com relação às 55 pesquisas, a grande maioria são da área da saúde, principalmente da Enfermagem, com 14 publicações (25,45%). Quando elas são somadas aos trabalhos desenvolvidos na Medicina, com mais 03 publicações (5,45%), e a psicologia com mais 01 trabalho (1,82) a área da Saúde, de um modo geral, abrange 18 trabalhos, isto é, representa 32,72% das pesquisas acadêmicas no período analisado.

A área de Tecnologia e Comunicação teve 14 pesquisas (25,45%), nelas foram agrupados temas relacionados aos cursos de Tecnologia, Ensino em EaD, Ensino Híbrido, aplicativos e games, que são metodologias ativas utilizadas para potencializar o processo de ensino e aprendizagem no ensino superior.

Em relação a formação de professores constatamos 10 trabalhos (18,18%), principalmente com professores do ensino superior de diversos cursos, e o ensino de Física, com mais 03 publicações (5,45%), representando um total de 23,63%. Realizamos a junção dessas duas categorias, porque ambas abrangeram o ensino/educação em vários campos do saber.

Na área de contabilidade e administração foram publicadas 05 pesquisas (9,08%), na Engenharia, com mais 02 (3,63%), e os cursos com menor número de trabalhos identificados foram a Veterinária, Arquitetura e Teologia, com apenas 01 pesquisa cada (1,82%). Quando somamos este grupo, totalizamos 10 pesquisas, o que representou 18,18% do total analisado, mas todas procuraram desenvolver meios que tornassem os acadêmicos mais proativos em sua formação.

Para nós não foi surpresa constatar que a grande área da Saúde concentrou mais de 30% das pesquisas, isso corrobora com o desenvolvimento histórico das metodologias ativas. Conforme Filatro e Cavalcanti (2018), foi nesse campo, por exemplo, que surgiram metodologias ativas como a ABPr e o Método do Caso (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018), inicialmente nos cursos de Medicina.

De acordo com esse levantamento, as pesquisas nas áreas de Tecnologias e Comunicação representaram 25,45% do total, pois atualmente está em alta o discurso de inovação no ensino superior, bem como as mudanças implementadas pelo ensino em EaD e Ensino Híbrido, atividades imersivas e recursos audiovisuais, o que por si só já justifica essa grande quantidade de trabalhos nesses últimos dez anos.

A área de Ensino/Educação concentra 23,63% das pesquisas desenvolvidas com o uso das metodologias ativas, principalmente na formação de professores de nível superior. Porém, este levantamento e o estudo dos resumos não permitiu que classificássemos especificamente quais destas pesquisas eram relacionadas ao Ensino ou Educação. Isso sairia do objetivo desta etapa do trabalho, mas constatamos a sua diversificação no campo de Saúde, Administração, Ensino, Ensino de Física e Biologia.

Com a análise dos números percebemos que as áreas de Saúde, Tecnologia e Comunicação, e Formação de Professores agruparam mais de 81% das pesquisas desenvolvidas em relação às metodologias ativas no ensino superior. Isso indica que elas ainda estão muito restritas a determinados nichos quando analisamos a abrangência total deste trabalho. Porém, indica que há muitas áreas nas quais as metodologias ativas ainda poderão ser inseridas, auxiliando na superação do modelo tradicional de ensino predominante.

Quando direcionamos o nosso foco para as áreas das Engenharias, as pesquisas representaram apenas 3,63% do total (duas dissertações), sendo um número relativamente baixo apesar de suas DCNs contemplá-las em seu texto há quase duas décadas. Neste sentido, visando identificar o que foi produzido nacionalmente pela Academia em relação às metodologias ativas, especificamente no ensino de Engenharia, realizamos um ‘estado do conhecimento’ na busca de identificar as principais tendências das pesquisas que ocorreram neste campo do saber. Isso será apresentado nas próximas subseções, começando pelas teses e dissertações.

2.1.2 O Uso das Metodologias Ativas nos Cursos de Engenharia do Brasil em Teses e Dissertações

Na subseção anterior realizamos um levantamento sobre as pesquisas desenvolvidas no ensino superior que envolveram metodologias ativas, na sequência, resolvemos pesquisar como o ensino de Engenharia tem sido desenvolvido especificamente por meio de estratégias ativas em teses e dissertações.

Dessa forma, novamente buscamos as produções acadêmicas (teses e dissertações) na BDTD e no catálogo de teses e dissertações da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Para tanto, delimitamos o campo de busca sobre o uso das metodologias ativas e ensino de Engenharia.

No site da BDTD, utilizamos a ferramenta de ‘busca avançada’, porque esse filtro auxilia na delimitação de tempo, conceitos e campos de pesquisa. Assim, usamos como palavras-chave “metodologias ativas” no primeiro campo e “ensino de engenharia” ou “ensino em engenharia” no segundo, buscando em todos os locais possíveis para a citação destas palavras, não havendo divergência da quantidade de trabalhos selecionados, com essa diferenciação de termos, foram encontradas 04 publicações.

No portal da CAPES, junto à Plataforma Sucupira, usamos primeiro as palavras-chave “metodologias ativas” AND “ensino de engenharia”, selecionando 03 pesquisas, e realizado o mesmo procedimento com as palavras-chave “metodologias ativas” AND “ensino em engenharia”, foram selecionadas mais 02 pesquisas que estavam em consonância com o nosso objetivo, constituindo um total de 05 trabalhos. Uma destas pesquisas já havia sido selecionada no site da BDTD, portanto, foram selecionadas mais 04 pesquisas, sendo uma de mestrado profissional.

Para isso, também realizamos o recorte cronológico dos últimos 20 anos, selecionando um total de 08 pesquisas que estavam em conformidade com as especificações do levantamento, sendo duas teses e seis dissertações. Os trabalhos selecionados para a análise estão no **Quadro 1**, em ordem cronológica crescente:

Quadro 1 - Teses e dissertações da área de Engenharia que versam sobre metodologias ativas no Ensino Superior

Autores	Títulos do trabalho	Instituição	Área	Nível	Ano
SILVA, M. C. D. V.	Análise da aprendizagem baseada em problemas no ensino de engenharia de produção	UNIFEI	Engenharia de produção	Dissertação	2014
ALMEIDA, C. M.	Uma abordagem vivencial do método PBL no ensino de Engenharia de Software	CESAR	Engenharia de Software	Dissertação	2016
LOPES, C. S. G.	Aprendizagem ativa na formação do engenheiro: a influência do uso de estratégias de aprendizagem para aquisição de competências baseada em uma visão sistêmica	USP	Economia, Organizações e Gestão do conhecimento	Tese	2016
MORAIS, É. V.	Compartilhamentos de ambientes de aprendizagem com laboratórios remotos	UNESP	Automação	Tese	2016
PINTO, J. M.	Análise do comportamento de aprendizagem em disciplina de engenharia por meio da intercalação entre o método de ensino tradicional e o ativo: um estudo de caso	ITA	Engenharia Aeronáutica e Mecânica	Dissertação	2016
FREITAS, P. G. S.	Elaboração de uma sequência didática para a aprendizagem significativa de luminotécnica para os cursos de engenharia: uma proposta com as metodologias ativas de ESM, IPC e PBL	IFG	Educação para Ciências e Matemática	Dissertação	2017
CIRILO, R. P.	Integração entre a Aprendizagem Baseada em Projetos e a FlexQuest: uma proposta para os cursos de engenharia	UFRPE	Ensino da Ciências	Dissertação	2018
SILVA, R. M. R.	Aprendizagem Baseada em Projetos: um olhar sobre a experiência da implementação da ABP em um curso de engenharia	UFRGS	Educação em Ciências	Dissertação	2019

Fonte: o autor, 2020.

A análise das teses e dissertações selecionadas foi realizada a partir três categorias: a primeira versou sobre qual era o curso de Engenharia; a segunda sobre qual metodologia ativa foi usada; e a terceira quais foram os resultados e conclusões adquiridos.

Com base nos resultados apresentados no **Quadro 1**, realizamos a leitura dos resumos de cada um dos trabalhos, buscando compreender como tem ocorrido o uso das metodologias ativas nos cursos de Engenharia. Apesar do recorte temporal se referir aos últimos 20 anos, a concentração de trabalhos produzidos nesta área ocorreu nos últimos cinco, indicando se tratar de um campo emergente.

Na sequência, apresentamos cada uma das publicações individualmente, e buscamos averiguar os temas investigados, as abordagens metodológicas empregadas e as contribuições das pesquisas para o ensino de Engenharia.

Silva (2014) desenvolveu uma pesquisa qualitativa e exploratória com acadêmicos do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), e analisou a adequação de um projeto de pesquisa para a prática da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Para isso, os participantes do curso deveriam implantar de modo colaborativo um modelo de excelência voltada para o setor público da prefeitura Municipal de Itajubá.

A autora utilizou questionários semiestruturados, a observação participante e a análise documental para a obtenção dos dados. Durante a realização do projeto, percebeu que esse apresentava dimensões e características da ABP, sendo necessários alguns ajustes para a avaliação formal e a participação de diferentes professores. O projeto mostrou-se eficiente especialmente em relação à motivação dos alunos, porque a ABP favorece a prática do conhecimento teórico e coloca o acadêmico em situação semelhante ao que encontrarão no mercado de trabalho, tornando-os mais preparados para suas futuras carreiras.

A pesquisa de Almeida (2016) foi a única dentre as selecionadas que pertencia a um programa de mestrado profissional. O autor menciona que as metodologias ativas estão sendo inseridas no ensino superior para melhorar a formação do engenheiro de software. Para isso, utiliza-se da ferramenta Problem-Based Learning (PBL) ou ABP, que tem como característica a aprendizagem centrada no aluno e o professor atua como tutor ou guia na resolução de um problema.

Almeida (2016) buscou investigar a aprendizagem por meio da teoria da Aprendizagem Vivencial no método PBL em um curso de Engenharia de Software, com alunos de três turmas nas disciplinas de Engenharia de Software I, Gerencia e Elaboração de Projetos e Programação para Aplicativos Móveis, nas quais utilizou de elementos da pesquisa mista. Os dados foram coletados via questionário para avaliar as dimensões de motivação, experiência do estudante e aprendizagem em um grupo de controle (GC) e um experimental (GE). Aos alunos do GE foi aplicado o estágio de experimentação ativa, enquanto para o GC, apenas lista de exercícios. Os docentes participantes também responderam um questionário aberto para avaliar o último estágio do ciclo de aprendizagem vivencial no método PBL.

Os dados foram analisados antes e depois, pelo teste estatístico de Wilcoxon, para avaliar se houve significância da intervenção em todas as dimensões, e os resultados se mostraram positivos independentemente do grupo. Em relação a GC e GE, foi utilizado o teste estatístico de Mann Whitney para avaliar se houve diferenças de aprendizado. O teste mostrou resultados positivos na comparação entre os grupos. As respostas dos docentes foram submetidas ao método da Análise Temática, indicando como positiva a experimentação ativa.

Porém, ao separar os dados dos questionários por turma e disciplina, foi percebido que o docente de Engenharia de Software I teve dificuldades na aplicação do método, relatando que não houve compromisso da turma, conseqüentemente, os resultados não apresentaram significância em nenhum dos dois testes para este grupo.

Lopes (2016) desenvolveu sua pesquisa na área de Economia, organizações e Gestão do Conhecimento, estudando o cenário atual dos cursos de Engenharia, pesquisando o desenvolvimento de competências e a influência das metodologias ativas na formação dos engenheiros. Buscou identificar as possíveis contribuições do uso das metodologias ativas para a formação do engenheiro na perspectiva de uma visão sistêmica, com o pressuposto de que o uso dessas ferramentas favorece o desenvolvimento das competências e habilidades.

Utilizou a metodologia de pesquisa bibliográfica e de campo, enquadrando-a como exploratória, com abordagem mista por meio de mensurações de instrumento de coleta dos dados. Os resultados sugeriram que a aplicação de conhecimentos fundamentais da Engenharia, a curiosidade e a aprendizagem contínua, a atualização do mundo da Engenharia, o trabalho em equipe e a capacidade de comunicação oral e escrita são melhor desenvolvidas com as metodologias ativas. A pesquisa contribuiu com o desenvolvimento de um instrumento que integra competências, habilidades e estratégias ativas de aprendizagem, que pode gerar material para professores interessados em trabalhar com a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem.

Moraes (2016) pesquisou os ambientes de aprendizagem à distância e seu reconhecimento como potencial ferramenta na construção do conhecimento, que favorecem a contextualização da cognição do aluno. Afirma que os laboratórios remotos podem ser uma ferramenta muito útil no ensino em EaD, pois podem promover a solidificação de conceitos teóricos e viabilizam o uso de recursos experimentais por mais tempo e de forma compartilhada em nível de graduação e pós-graduação.

Assim, estudantes e profissionais de Engenharia Elétrica que enfrentam um grau elevado de abstrações podem utilizar atividades experimentais que ultrapassem a barreira do conceito teórico e abstrato para a prática, na busca de uma Aprendizagem Significativa. Para isso o pesquisador desenvolveu uma plataforma experimental de acesso remoto via web com o objetivo de suprir as demandas de ensino e pesquisa. Criou um laboratório remoto de 'Qualidade de Energia' e um conjunto de objetos de aprendizagem diferentes, direcionados para o ensino e pesquisa experimental a partir de uma perspectiva construcionista. Os resultados indicaram que esse recurso tecnológico na formação do engenheiro atende às

demandas profissionais atuais, oferecendo elementos motivacionais para uma postura autônoma, criativa e crítica na apropriação e consolidação dos conhecimentos.

Pinto (2016) apontou que mudanças estão ocorrendo no cenário mundial, inclusive no ensino de Engenharia. Logo, iniciativas que agregam diferentes práticas de ensino têm surgido como alternativas para suprir as lacunas deixadas pela metodologia tradicional e atender ao mercado de trabalho. Assim, desenvolveu uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso na disciplina de Sustentabilidade e Processos de Fabricação do curso de Engenharia Aeronáutica com o objetivo de comparar o método tradicional com o método ativo por meio da metodologia da problematização. Para tanto, buscou identificar o desempenho acadêmico nas avaliações e também o método mais adequado na visão dos alunos, usando a teoria da Análise de Conteúdo.

Os resultados indicaram que o uso de metodologias ativas favoreceu a concentração de melhores conceitos, sendo que 90% dos alunos afirmaram que o desenvolvimento das duas alternativas de aprendizado intercaladas é a melhor opção. Fatores como a influência do professor na condução das aulas e a organização física do espaço também influenciaram na aprendizagem dos alunos. Porém, dentre as ferramentas usadas para a avaliação de desempenho de aprendizagem, o teste foi o único que apresentou limitações, por não contemplar toda a abrangência das habilidades adquiridas pelos alunos durante o processo.

Freitas (2017) afirma que, devido a evolução do modo de ensinar e as formas de apropriação da aprendizagem, há a necessária revisão do ensino de Engenharia, na defesa de que os alunos sejam ativos e responsáveis pela apropriação do conhecimento. Assim, as metodologias ativas se apresentam como possibilidades dinâmicas para as relações de ensino e aprendizagem, que vêm atender os anseios dos estudantes.

O autor buscou identificar as possíveis contribuições das metodologias ativas para o ensino de luminotécnica. A pesquisa foi realizada com acadêmicos de Engenharia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), campus de Jataí. Para a coleta dos dados, foi desenvolvida uma sequência didática pautada na teoria da Aprendizagem Significativa, que originou um Produto Educacional aplicado ao estudo dessa área. Foram utilizados os recursos de aprendizagem como o ‘Ensino sob Medida’, ‘Instrução pelos Colegas’ e ‘Aprendizagem Baseada em Problemas’ (PBL) para a construção progressiva de conceitos.

Os dados foram analisados durante o desenvolvimento das atividades, utilizando alguns critérios que são próprios das metodologias ativas e também por meio da Análise de

Conteúdo, e os resultados indicaram o favorecimento de uma Aprendizagem Significativa dos conceitos, além de estimular a criatividade, a autonomia e aproximação dos alunos com a comunidade. O uso do método PBL indicou seu potencial para a integração entre a teoria e a prática profissional, a relevância e motivação ao aprendizado foram destacados, mas foram feitas algumas críticas ao tempo necessário para sua aplicação.

Cirilo (2018) trouxe uma discussão sobre a influência da tecnologia na sociedade, sendo esperadas mudanças significativas na educação e, conseqüentemente, na formação dos futuros trabalhadores de qualquer área. Assim, na tentativa de superar o ensino tradicional nas Ciências e Engenharia, ele utilizou a estratégia FlexQuest para o entendimento de conceitos, e para a caracterização dos elementos essenciais foi usada a metodologia ativa ABP, porque ambas favorecem a inteligência coletiva.

O pesquisador se propôs a investigar as contribuições da integração entre a estratégia FlexQuest e Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) para a promoção de um ensino interdisciplinar por meio de uma proposta didático-metodológica em uma turma do curso de Engenharia Elétrica na disciplina de Tópicos de Engenharia Elétrica. Os dados foram coletados a partir dos projetos elaborados pelos alunos na plataforma FlexQuest e via questionários, caracterizando uma pesquisa de caráter misto. As análises foram realizadas por meio da Análise de Conteúdo, auxiliadas pelo software NVivo 11, e os resultados mostraram que a integração entre a Flexquest e a ABP pode contribuir de maneira efetiva na promoção de um ensino interdisciplinar e da inteligência coletiva.

Silva (2019) afirma que a ABP é uma metodologia que privilegia a ação discente, utilizando-se de projetos realista e sendo promovida pelo ensino interdisciplinar, a pesquisa, o trabalho em grupo e a autonomia. Considerando que cada estudante age individualidade na busca por soluções técnicas para a resolução de problemas que possam surgir durante o processo, o autor realizou uma pesquisa qualitativa na busca de desvelar as contribuições, impressões, desafios e entraves dessa estratégia.

Em seu trabalho, desafiou os estudantes do curso de Engenharia dos Materiais a produzir uma cópia de uma luva hidráulica ou estatueta utilizando cerâmica, metal ou polímero. Coletou os dados por meio da observação direta, análise de documentos e questionários, sendo estes tratados por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados mostraram grande relevância do uso da ABP, pois essa enriquece o processo de ensino e aprendizagem por meio da realização de projetos, uma vez que o uso dessa metodologia ativa

envolve aspectos além dos técnicos e acadêmicos, contribuindo para aquisição de atributos, qualificações e habilidades necessárias ao futuro egresso.

As pesquisas analisadas mostraram que os alunos tendem a ser mais proativos em seu aprendizado quando são submetidos a estratégias diferenciadas de aprendizagem, diferentemente do ensino tradicional. Essas estratégias buscaram aproximar o estudo acadêmico de situações contextualizadas, que exigiam dos alunos o trabalho em equipe, tomada de decisão e conhecimentos sólidos, tomando a direção dos fundamentos estabelecidos por suas DCNs. Outrossim, percebe-se que se tratam ações isoladas em algumas disciplinas em cursos de Engenharia, mas que indicam um caminho próspero para as mudanças almeçadas na formação de engenheiros cada vez mais qualificados.

Assim sendo, a primeira categoria foi permeada por três destas pesquisas na Engenharia Eletrônica, onde ocorreu maior concentração, e as demais cada uma ocorreu em um tipo específico de Engenharia. Quanto ao tipo de metodologia ativa desenvolvida, que era nossa segunda categoria, constatamos que cinco destas pesquisas envolveram APBr com intensidades variadas, duas a ABPj e em uma não foi possível identificar uma estratégia ativa central, porque se tratava de um laboratório remoto, mas que colocava o aluno como agente ativo em seu aprendizado. Em relação à última categoria dessa etapa, que se referia aos resultados das pesquisas, apesar de serem bem distintas, todas as pesquisas indicaram ganhos para aprendizagem dos acadêmicos de Engenharia, apesar de algumas indicações de dificuldades e resistências.

Essas informações forneceram indicativos positivos quanto ao uso das metodologias ativas no ensino de Engenharia, porém, o pouco produzido se concentrava em algumas estratégias e cursos. Neste sentido, na próxima subseção procuramos ampliar nossos estudos analisando as publicações dos periódicos que também envolveram as metodologias ativas e a Engenharia.

2.1.3 O Uso das Metodologias Ativas nos Cursos de Engenharia do Brasil Publicados em Periódicos

Para aprofundar nossa pesquisa, realizamos também o ‘estado de conhecimento’ dos artigos científicos que versam sobre a temática da presente pesquisa em três plataformas virtuais de grande abrangência no cenário nacional, foram consultadas, a saber: portal de periódicos da CAPES; SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*); e Google Scholar.

Para isso, fizemos também um recorte temporal entre os anos de 2000 e 2019, utilizando o mesmo conjunto de palavras chave da subseção anterior, ou seja, “metodologias ativas” e “ensino de engenharia”. Nos casos em que um determinado artigo foi encontrado em mais de uma base de dados, só o contabilizamos uma única vez.

Dessa forma, no portal da CAPES foram selecionados apenas 02 artigos de 05 resultados, e no SCIELO apenas 01, que posteriormente foi desconsiderado porque não atender aos critérios pré-estabelecidos. No portal do Google Scholar apareceram 460 indicações de trabalhos, entre artigos, anais e resumos, mas que ao realizarmos a leitura dos títulos e seus resumos, selecionamos 13 artigos que estavam em consonância com a temática pesquisada. Essa diferença na quantidade de publicações pode ser explicada porque o mecanismo de busca de cada plataforma virtual é diferente até quando se utiliza os mesmos critérios e palavras-chave.

Assim sendo, foi selecionado um total de 16 publicações, conforme constam no **Quadro 2**:

Quadro 2 - Artigos que tratam de metodologias ativa e ensino de Engenharia

Título	Autoria	Revista	Ano	site
Análise da aplicação de um projeto interdisciplinar na educação de futuros engenheiros: montagem de máquinas térmicas com materiais reciclados	MARQUES, E. C.; LANÇA, T.; QUIRINO, S. B.	GEPROS- Gestão da Produção, Operações e Sistemas	2015	Portal CAPES
Metodologias ativas aplicadas no ensino de Geoprocessamento.	VIEIRA, E. M.	Experiência em Ensino de Ciências	2017	Google Scholar
Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I	PAVANELO, E; LIMA, R.	Bolema	2017	Google Scholar
Inovação no ensino de engenharia: o caso da disciplina de algoritmos	CZELUSNIAK, D. J.	Sustainable Business International Journal	2018	Google Scholar
Uso e benefícios das metodologias ativas em uma disciplina de engenharia de produção.	VENTURINI, S. F.; SILVA, T. O.	CIPPUS	2018	Google Scholar

Continua na página seguinte

Estudo de caso sobre o uso de dinâmicas para o ensino de ferramentas da qualidade para engenharia	MARTINEZ, R. M.; TARDELLI, E. R.	Brasileira de Ensino Superior	2018	Google Scholar
Metodologias de ensino para a formação de engenheiros no ensino superior: uma revisão sistemática	PEREIRA, C. S.; SANTOS JR. G.	Laplage em revista	2018	Google Scholar
Aprendizagem baseada em problemas (PBL) aplicada simultaneamente para estudantes de engenharia de 3º e 7º períodos como ferramenta motivacional	FURTADO, A. E.; NASCIMENTO, D. F.L.; SILVA, J. W. J.	Práxis	2018	Google Scholar
O uso de metodologias ativas de aprendizagem na disciplina de Higiene e Segurança Industrial e o desenvolvimento de competências	LOPES, C. S. G. <i>et al.</i>	Principia	2018	Google Scholar
O processo educativo baseado em problemas e a formação de competências do engenheiro.	SILVA, J. C.; TONINI, A. M.	RBECT	2018	Google Scholar
A formação profissional do engenheiro: um enfoque nas metodologias ativas de aprendizagem em Universidade Federal	TEIXEIRA, R. L. P.; TEIXEIRA, C. H. S. B.; BRITO, M. L. A.	RBEPT	2018	Google Scholar
Aplicação das metodologias ativas no ensino de engenharia através da avaliação integrativa na Universidade do Planalto Catarinense, Brasil	STEFENON, S. F. <i>et al.</i>	Interciencia	2019	Portal CAPES
Metodologias ativas aplicadas na disciplina de saneamento ambiental no curso de engenharia civil.	GONÇALVES, D. K. C.; AGUILAR, M. T. P.	Brazil Journal of Development	2019	Google Scholar
Procedimento sistêmico da implantação de metodologias ativas prevendo garantia do ganho de aprendizagem	CHIBINSKI, M.; OSTEN, F. B. von der	Técnico-científica do CREA-PR	2019	Google Scholar
Metodologia ativa: um estudo de caso na disciplina de desenho em estudantes de engenharia da geração Z	TEIXEIRA, R. L. P. <i>et al.</i>	Humanidades e inovação	2019	Google Scholar
Educação empreendedora e as novas diretrizes curriculares nacionais em engenharia	VELOSO, C. S. M. <i>et al.</i>	Brazil Journal of Development	2019	Google Scholar

Fonte: o autor, 2020.

Considerando a diversidade de revistas, nesta subseção procuramos analisar os documentos por inteiro na busca de elementos que pudessem satisfazer as três categorias emergidas na subseção 2.1.2 e, para isso, descrevemos cada um dos artigos resumidamente em ordem cronológica crescente.

Marques, Lança e Quirino (2015) abordaram a análise e a resolução de problemas e desenvolvimento de projetos integradores nas disciplinas de Fundamentos da Termodinâmica e Engenharia e Ciência dos Materiais no primeiro semestre de um curso de Engenharia de Produção. Após prévias modificações, a maioria dos 28 projetos utilizou materiais ou ferramentas industriais para a sua confecção, favorecendo a aplicação dos conhecimentos na rotina profissional e acadêmica. Os autores afirmam que esta estratégia ativa pode desempenhar um papel de Aprendizagem Significativa dos estudantes, porque a maioria dos

participantes sinalizou satisfação na realização do projeto e com as atividades que interligaram as disciplinas. Concluíram que o ensino por projetos é uma ferramenta importante para ensinar engenheiros por favorecer a compreensão do conhecimento articulado, contribuindo para o uso da Ciência como elemento da interpretação e intervenção da realidade.

Vieira (2017) retratou a experiência de aplicação da metodologia ativa empregando a PrBL para uma turma da disciplina de Geoprocessamento do curso de Engenharia Ambiental da UNIFEI, pelo fato de poder lidar com problemas reais e encorajar os alunos a desenvolverem o pensamento crítico, a habilidade de solução de problemas e adquirir conhecimento sobre conceitos essenciais da área. Dessa forma, a atividade foi desenvolvida com 34 alunos, e os resultados indicaram ser possível a aplicação da PrBL devido à boa aceitação, com possibilidade para o desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares, sendo constatada a importância da interação do docente com os grupos, que trabalhou agindo como facilitador/orientador da aprendizagem com ações motivacionais para que os alunos assumissem a responsabilidade da construção do conhecimento.

Pavanelo e Lima (2017) apresentam os resultados de uma experiência com o uso dos conceitos de Sala De Aula Invertida (*flipped classroom*) na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I em um curso de Engenharia do ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). Essa metodologia ativa se caracteriza pelo fato de os alunos estudarem os conteúdos e instruções online, antes da aula presencial, e nesta última realizam atividades práticas, resolvem problemas, discutem em grupo e desenvolvem projetos. Segundo os autores, a metodologia se apresentou vantajosa, motivadora, interativa e, apesar das dificuldades ocorridas no decorrer da experiência, são necessárias atitudes inovadoras em relação ao ensino de Cálculo nos cursos superiores.

Czelusniak (2018) afirma que com a ‘era da informação’ e a consequente disponibilização dos mais diversos conteúdos didáticos na Internet, as instituições de ensino buscaram dinamizar seu processo de ensino na busca por proporcionar um aumento na aprendizagem de seus estudantes. Seu trabalho teve como objetivo apresentar a reconstrução da disciplina de Algoritmos e Programação em um semestre letivo dos cursos de Engenharia da PUC/PR (Pontifícia Universidade Católica do Paraná), utilizando em conjunto a metodologia ativa PrBL com a metodologia imersiva de desenvolvimento de software *eXtreme programming*, caracterizando o trabalho como um estudo de caso. Os resultados indicaram um bom potencial dos métodos, pelo fato de proporcionar aos alunos um ambiente

dinâmico de aprendizado, favorecendo o trabalho em equipes, sendo que o grande diferencial foi colocar o aluno no centro do processo da construção de seu conhecimento.

Venturini e Silva (2018) avaliaram o uso e os benefícios das metodologias ativas em uma turma da disciplina de Engenharia de Produção, pelo fato destas metodologias terem como premissa tornar o aluno protagonista de seu aprendizado, tanto em sala de aula quanto para problemas reais, constataram que mais da metade da disciplina foi ministrada a partir do uso de várias metodologias ativas, porém, com concentração maior em algumas estratégias, e de forma superficial. Ao analisar as respostas das entrevistas nos questionários dos alunos, perceberam um ganho em termos de aprendizado, motivação e entrosamento, porém há pontos que devem ser aprimorados na estruturação das aulas.

Quanto ao professor, suas respostas indicaram conhecimento superficial sobre o uso das metodologias ativas, onde ele reconheceu que preparar e avaliar nesta perspectiva é um grande desafio. Concluíram que há necessidade de adequar e aprofundar o uso das metodologias ativas, diversificá-las e capacitar os docentes, assim, notar-se-á uma melhora considerável na disciplina, atendendo aos anseios dos alunos em aprender a partir desses métodos.

Martinez e Tardelli (2018) tiveram como objetivo aplicar uma metodologia ativa de ensino adaptada do método PjBL, conhecida como 'Jogos Empresariais', durante as disciplinas de Processos Gerenciais e Gestão da Qualidade, no curso de Engenharia Química. Para isso, separaram as aulas entre teóricas e práticas, orientando os alunos para o desenvolvimento de um produto em uma produção simulada, sendo eles os responsáveis pela coleta de dados, análise e aplicação das ferramentas de gestão da qualidade em seus processos, entregando ao final um dossiê que serviu como instrumento avaliativo.

Os resultados se mostraram viáveis devido ao engajamento dos alunos, o aprendizado em grupos e o bom rendimento nas avaliações individuais. Segundo os autores, o trabalho contribuiu para a reprodutibilidade desta metodologia ativa nas disciplinas, indo ao encontro dos seus benefícios propiciados nos processos de ensino, mas que ainda cabem muitos estudos e aprofundamento das pesquisas neste campo.

Pereira e Santos Jr. (2018) realizaram uma revisão sistemática sobre as publicações científicas acerca das metodologias ativas para a formação dos engenheiros no ensino superior utilizando o sistema de seleção *Methodi Ordinatio*, que faz uso de passos sistêmicos, possibilitando a ordenação de artigos por relevância, considerando o número de citações, fator de impacto e ano de publicação. Esse levantamento ocorreu nas principais bases científicas

internacionais, sendo encontrados 556 artigos e analisados os 15 considerados os mais relevantes. Segundo os autores, o Ensino Híbrido e as Estratégias Baseadas em Pesquisas mostraram eficácia no ensino de Engenharia por colaborarem com a aprendizagem dos acadêmicos, caminhando ao encontro do objetivo da educação. Entretanto, é um campo que não apresenta etapas direcionadas para auxiliar os acadêmicos na produção de novos conhecimentos, talvez seja porque essas metodologias apresentam lacunas que não atendem aos objetivos dos cursos e da universidade, abrindo espaço para novas pesquisas que almejem conhecimentos significativos via o uso das metodologias ativas.

Furtado, Nascimento e Silva (2018), visando apresentar soluções para a desmotivação e a evasão nos cursos de Engenharia no Brasil, pesquisaram como as metodologias ativas têm sido implementadas nestes cursos. Logo, buscaram compreender por meio de questionário de avaliação via escala Likert, a percepção pessoal dos estudantes do 3º e 7º período de Engenharia (Mecânica, Civil, Química, Ambiental e Elétrica) a fim de confirmar a viabilidade do PrBL como ferramenta motivacional. Para obtenção dos dados, os alunos foram organizados para uma atividade na qual pudessem ser divididos em equipe compostas com membros dos dois períodos durante 3 horas aulas para resolverem um problema que envolvia conceitos de duas disciplinas: Ensaios e Metalurgia Mecânica, e Ciência e Tecnologia dos Materiais. Concluíram que a atividade estimulou as habilidades dos participantes, porque proporcionou maior aprofundamento aos participantes do 7º período em relação a sua profissão, bem como inseriu os alunos do 3º período em uma realidade próxima ao seu âmbito profissional. Os resultados também indicaram um desenvolvimento da comunicação, trabalho em equipe e mudança na postura do professor que atuou como mediador, colocando o aluno em uma função mais ativa.

Lopes *et al.* (2018) buscaram identificar as possíveis contribuições do uso das metodologias ativas para o desenvolvimento de competências na formação do engenheiro em uma perspectiva sistêmica, desenvolvendo a pesquisa na disciplina de Higiene e Segurança Industrial em uma turma do curso de Engenharia Química com uma estratégia de cunho intervencionista nas condições reais de trabalho. Os dados foram obtidos via questionários elaborados com base no CDIO, que são os pilares defendidos pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) para a formação do engenheiro e trabalhados na escala Likert. Os resultados foram analisados quantitativamente, indicando avaliações positivas por parte dos alunos e concluíram que o desafio está em se adotar

métodos de aprendizagem que tenham foco no desenvolvimento das competências, habilidades e atitudes desejáveis para a atuação desses futuros profissionais.

Silva e Tonini (2018) buscaram compreender o processo de aprendizagem e desenvolvimento de competências via Aprendizagem Ativa, se fundamentando na teoria de John Dewey e seus desdobramentos práticos pedagógicos por meio da PrBL. Logo, realizaram um estudo analítico para verificar a vinculação entre uma abordagem ativa com desenvolvimento de competências transversais, como conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias ao engenheiro contemporâneo. Segundo os autores, a literatura indica que os processos de Aprendizagens Ativas são viabilizados por estratégias como a PrBL, porque possuem a mesma natureza e são incorporadas perfeitamente pela educação em Engenharia, subsidiando o entendimento da questão, dos elementos e fatores intervenientes ao processo educativo que se materializam na experiência educativa, contribuindo no sentido de apontar uma direção para tornar o ensino em Engenharia em uma educação em Engenharia.

Teixeira, Teixeira e Brito (2018) tiveram como objetivo discutir a formação profissional do engenheiro a partir da experiência na graduação, realizando uma pesquisa quali-quantitativa utilizando a PrBL em duas disciplinas do curso de Engenharia de Materiais da UNIFEI. Os resultados dos gráficos e as respostas dos discentes indicaram o favorecimento quanto ao uso das metodologias ativas que estimulem o engajamento e aproxime da realidade profissional. Concluíram que a experiência foi importante para a formação do futuro engenheiro devido aos bons indícios de melhora de aprendizado quando se fez uso das metodologias ativas de ensino, porém, é necessária uma readequação nos Currículos de Engenharia, de suas PPCs, bem como uma maior aceitação dos discentes e docentes.

Stefenon *et al.* (2019) afirmam que as avaliações integrativas têm mudado o aprendizado acadêmico na UNIPLAC (Universidade do Planalto Catarinense) e visou demonstrar os resultados da aplicação das metodologias ativas no curso de Engenharia Elétrica no ano de 2017 e no curso de Engenharia Civil, no ano de 2018. Para coleta dos dados utilizou de questionários online, que foi aplicado após as avaliações. Concluíram que as metodologias ativas tiveram boa aceitação devido a forma dinâmica de como os conhecimentos foram desenvolvidos, repassados e avaliados, estimulando a troca de papel dos acadêmicos da forma passiva para a forma ativa, auxiliando os futuros profissionais a construir conhecimento por meio de atividades práticas.

Gonçalves e Aguiar (2019) apresentam um relato de experiência, detalhando o desenvolvimento dos conteúdos de estações de tratamento de água via metodologias ativas na

disciplina de Saneamento Ambiental em um curso de Engenharia Civil como possibilidade para superar o modelo tradicional de ensino, buscando um aprendizado mais profundo do conteúdo. Dessa forma, a PrBL foi usada para motivar e instigar os participantes, que a partir de então desenvolveram projetos via PjBL para sanar problemas detectados e foram regidos pela TBL, na qual ocorreram as avaliações. Os dados apresentaram um ganho significativo no aprendizado dos estudantes, porém houve dificuldades na formação das equipes, não houve estudo prévio dos materiais e resistências quanto ao modelo de aula em detrimento do ensino tradicional. Concluem que as metodologias ativas de aprendizagem são uma ferramenta para a formação de profissionais qualificados, pois a maioria dos alunos demonstrou satisfação com as atividades ao alcançar níveis desejados na avaliação escrita e no produto do projeto final.

Chibinski e Osten von der (2019), por meio de um estudo sistêmico, procuraram auxiliar os professores na escolha das metodologias ativas que garantam o aprendizado dos alunos e mantenha-lhes a alegria de ensinar, proporcionando a aprendizagem do tema em estudo e o desenvolvimento de competências profissionais. Desta forma, apresentaram uma sequência de seis passos para a implementação das metodologias ativas em sala de aula, bem como as reflexões a serem feitas em cada um destes passos, enfatizando que isso não garante o êxito total nas aplicações, mas como propósito de minimizar os erros ocorridos em função de uma metodologia. Avaliaram que nas turmas onde se desenvolveram atividades com o uso de metodologias ativas houve ganho de 25% na média geral dos alunos, entretanto, é importante que o registro das atividades seja diário, sendo ele vital para o controle da ação do planejamento, auxiliando na verificação e avaliação correta das práticas, permitindo analisar a viabilidade dos instrumentos utilizados.

Teixeira *et al.* (2019) realizaram um estudo de caso com estudantes da geração Z utilizando as metodologias ativas no curso de Engenharia da Computação na disciplina de Desenho Técnico, produzindo vídeos utilizando linguagem apropriada para a Engenharia, projeto de redes entre outras. Observaram que os discentes se envolveram ativamente no trabalho, demonstrando maior interesse e elogiando as aulas. Concluíram que as metodologias ativas ajudaram a melhorar o aprendizado, principalmente a motivação, pois os alunos trabalharam ativamente aplicando as teorias aprendidas em projetos práticos.

Veloso *et al.* (2019) teve como objetivo analisar a aplicação das metodologias ativas de aprendizagem com o uso da ABPj focada nas tecnologias digitais 4.0 em um curso híbrido de Engenharia. Como as metodologias ativas se ajustam a uma sequência didática que se relaciona com as DCNs da Engenharia, elas possibilitam a potencialização de práticas

inovadoras, proporcionando aos alunos condições de elaborar soluções para problemas reais, que são essenciais na formação de engenheiros capacitados para atender às exigências do mercado atual. Concluíram que é necessário substituir formas de ensino tradicional por metodologias ativas de aprendizagem, pois elas, como estratégias pedagógicas, viabilizam o uso das tecnologias digitais no ensino híbrido, favorecendo a aprendizagem por meio de projetos, construindo uma Aprendizagem Significativa.

Os trabalhos descritos anteriormente demonstram que a maioria das publicações trataram de ações pontuais sobre a inserção das metodologias ativas no ensino de Engenharia a partir de diversas estratégias e estudos.

Quanto à primeira categoria, 11 das 16 pesquisas ocorreram em cursos específicos, 03 foram aplicadas em vários cursos de Engenharia simultaneamente e 02 pesquisas trataram de estudos teóricos sobre a viabilidade das metodologias ativas nessa área.

Em relação a segunda categoria, constatamos que 07 publicações envolveram aspectos da ABPr, 04 envolveram ABPj, 02 com Sala De Aula Invertida e 01 avaliação integradora com múltiplas metodologias ativas. Alguns trabalhos também usaram, junto com as estratégias mencionadas anteriormente, o ensino híbrido e TBL. Ressaltamos que 02 trabalhos não trouxeram estratégias de aplicação, porque se trataram de estudos teóricos para melhoria do ensino de Engenharia com o uso das metodologias ativas.

Na terceira categoria, buscamos os resultados da implementação das metodologias ativas e percebemos que todas as publicações analisadas apontaram aspectos positivos em relação ao uso dessas estratégias, principalmente no que tange ao protagonismo do aluno. Entretanto, emergiram considerações sobre as resistências de professores e alunos, despreparo dos professores e mudanças de sua postura, adaptações das PPCs dos cursos e indicações de aprofundamento de estudos na área.

Os dados apresentados se mostraram vantajosos e benéficos no sentido de mudar o papel do estudante como vantagem de seu aprendizado. Entretanto, não possibilitaram conclusões consistentes sobre os ganhos de conhecimento adquiridos para a formação dos engenheiros, nos levando a buscar mais periódicos em uma revista especializada da área para aprofundamentos destes estudos. Isso será visto na próxima subseção.

2.1.4 O Uso das Metodologias Ativas em uma Revista Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE)

Nesta subseção realizamos o levantamento das publicações relacionadas ao uso das metodologias ativas no ensino de Engenharia em uma revista de Ensino de Engenharia, da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE). Esta etapa foi desenvolvida separadamente das anteriores devido ao escopo da revista estar diretamente relacionado ao tema de nossa pesquisa e inicialmente ao nosso ver, poder apresentar uma maior quantidade de publicações.

Para isso, utilizamos os mesmos critérios das subseções anteriores, ou seja, o mesmo conjunto de palavras-chave e recorte temporal. Ressaltamos que as publicações deste periódico foram automaticamente desconsideradas da subseção anterior, uma vez que tínhamos o objetivo de analisá-las separadamente e verificar se as contribuições das metodologias ativas seriam diferenciadas por ser tratar de uma revista própria da área.

Consultamos todos os volumes disponíveis na web para uma pré-seleção das publicações que envolviam a temática e identificamos os trabalhos que versavam acerca do uso de metodologias ativas e suas possíveis contribuições para o ensino de Engenharia. Com essa busca, selecionamos 13 trabalhos, que estão descritos em ordem cronológica crescente no

Quadro 3:

Quadro 3 - Artigos publicados na Revista da ABENGE

Artigo	Autores	Ano	Estratégia
Análise da aplicação do método PBL no processo de ensino e aprendizagem em curso de Engenharia de Computação	ANGELO, M. F.; BERTONI, F.C.	2011	PrBL
Aplicação e avaliação do método PBL em um componente curricular integrado de programação de computadores	ANGELO, M. F. <i>et al.</i>	2014	PrBL
Simulação como ferramenta no ensino de engenharia: problematização e promoção da vivência em processos produtivos	ALBERT, R. A.; FURTADO, J. C.; KIPPER, L. M.	2015	PrBL
Aplicação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem: experiência na área de Engenharia	BARDINI, V. S. S.; SPALDING, M.	2017	TBL
O mapeamento de conhecimentos em rede como estratégia de ensino e aprendizagem – uma visão ampliada de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA)	TORRES, J. B. MENDES, A. SOUZA, M. V.	2018	TICs
Aprendizagem ativa para turmas grandes em sala de aula convencionais.	CHINAGLIA, E. F.; SANTOS, R. B. B.	2018	PrBL
Aprendendo com aviões de papel: metodologias ativas no ensino de engenharia de produção	BATTESINI, M.; MATEUS, A. L. S.	2018	PrBL PjPL
Implementação e análise de estratégias para o desenvolvimento de competências em grupo de estudantes de engenharia química a partir de metodologias ativas	LAMAS, D. P. DB. <i>et al.</i>	2018	ABPr ABC

Continua na página seguinte

A utilização do PBL nos cursos de engenharia do Brasil - uma análise bibliométrica	VIEIRA, K.; LIMA, V. A. A.	2018	PjBL
Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) em curso de engenharia de materiais: o que dizem os discentes?	SILVA, R. M. R.; SALGADO, T. D. M.	2019	PjBL
Desenvolvimento de competências por meio da metodologia <i>Project based learning</i> : um estudo de caso na disciplina de instrumentação	RECH, C. <i>et al.</i>	2019	PjBL
Análise do projeto pedagógico de um curso de engenharia civil face ao PBL.	OLIVEIRA, G. M. F.; SANTIAGO, M. M. L.; ARAÚJO, M. L. F.	2019	PjBL
Seleção de metodologias de ensino para processos de usinagem, baseada em programas de graduação brasileiros e estrangeiros	TOLOCZKO, F. R.; GONÇALVES, M. C. C.; BARALDI, E. C.	2019	PrBL PjBL

Fonte: o autor, 2020.

Para a análise destas publicações, realizamos a leitura integral dos textos, na busca de elementos que mais uma vez pudessem satisfazer as categorias já elencadas na subseção 2.1.2. Seus resumos são apresentados na sequência.

Angelo e Bertoni (2011) reuniram experiências e depoimentos de alunos sobre a aplicação do método PrBL no curso de Engenharia da Computação da UEFS (Universidade Estadual de Feira de Santana) com o objetivo de analisar o andamento das atividades de ensino e aprendizagem, avaliando o quanto o método foi eficiente diante da proposta. Concluíram que o método PrBL pode ser aplicado, por se mostrar viável para o ensino e aprendizagem, e também auxiliar no desenvolvimento de habilidades e atitudes nos alunos, que não seriam trabalhadas com métodos convencionais. Porém, ressaltam que o sucesso do método PrBL está diretamente relacionado com o preparo e comprometimento dos professores e alunos, uma vez que demanda um esforço maior de todos.

Angelo *et al.* (2014) descreve a aplicação do método PrBL em um componente curricular integrado de programação de computadores, reunindo os componentes das matérias Estrutura de Dados, Programação Orientada a Objetos e Matemática Discreta, no curso de Engenharia da Computação, com o objetivo de avaliar a aprendizagem conforme a opinião de alunos e professores, coletadas por meio de questionários. Os resultados demonstraram que o método PrBL pode ser aplicado com sucesso à programação de computadores, pois as respostas dos alunos inferiram o desenvolvimento da habilidade de aprender a aprender individualmente e em grupo, e que eles acreditam na efetividade do método. Já os professores e tutores apontaram benefícios como o trabalho em grupo, comunicação oral e escrita, e exercício da autonomia na busca do aprendizado, porém, a elaboração de problemas motivadores e adequados representou o grande desafio para os alunos.

Alberti, Furtado e Kipper (2015) apresentaram um panorama das atividades realizadas por meio de metodologias ativas no âmbito da disciplina de Simulação Aplicada à Engenharia de Produção e as evidências da importância desse tipo de ação pedagógica como alternativa para a assimilação e aprendizagem dos conceitos de Engenharia de Produção. Os resultados indicaram o desenvolvimento de aptidões dos alunos na modelagem de problemas reais com feedbacks positivos para empresas, bem como possibilitaram uma atuação interdisciplinar. Concluíram que atividades de simulação computacional dessa natureza promoveram a autonomia e o trabalho em equipe, além de desenvolver habilidades como a formulação de ideias, participação ativa e trabalho com colaboração em grupo, auxiliando na aprendizagem e assimilação dos conceitos.

Bardini e Spalding (2017) falam da necessidade de incluir e atualizar metodologias ativas na Engenharia e pelo fato de a chamada ‘geração Z’, nascida a partir de 1990, chegar ao mundo em um período em que as informações são transmitidas com alta velocidade. Dessa forma, apresentam um relato de experiência da inserção das metodologias ativas de ensino na disciplina de Pedagogia no curso de Engenharia Ambiental do ICT-UNESP, visando a promoção da autonomia dos estudantes. Usaram as metodologias de TBL, dinâmica de grupo “batata quente” e recurso tecnológico *hot potatoes* e *kahoot*, com o objetivo de promover o interesse dos alunos pelas aulas e colocá-los como centro no binômio ensino-aprendizagem, bem como situar o professor como responsável por criar condições para a efetiva construção de conhecimento. Concluíram que esses recursos promoveram maior motivação dos estudantes, tornando-os mais comprometidos e participativos nas aulas que, por sua vez, provocou uma postura ativa por parte de cada estudante frente a sua aprendizagem.

Torres, Mendes e Sousa (2018) propuseram um método de mapeamento de conhecimentos para que um AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) pudesse ser visualizado de forma mais ampla, integrando um conjunto de disciplinas. Para isso, utilizaram mapas conceituais como ferramentas devido ao fato de promoverem a organização dos conhecimentos, reorganização das ideias, relacionando-os com outros já adquiridos. Esse método foi aplicado em uma turma do curso de Engenharia de Produção Mecânica, na disciplina de Projeto Industrial, por meio do uso das TICs em um ambiente de AVA, revelando-se um desafio técnico, curricular e pedagógico. Concluíram o mapa conceitual por meio do AVA contribuiu como as metodologias ativas e as definições das TICs no processo de ensino e aprendizagem, de modo a serem utilizados de forma mais efetiva na geração de Aprendizagem Significativa, portanto, uma das principais contribuições no estudo.

Chinaglia e Santos (2018) desenvolveram a metodologia ativa de aprendizagem apropriada para turmas grandes de Física Básica nos cursos de Engenharia, visando a melhoria da compreensão conceitual e habilidade de resolver problemas por meio testes conceituais, através da resolução de problemas durante uma boa parte do tempo de aula, interagindo com colegas e professores, que aconselhou, esclareceu dúvidas e fez perguntas. Para isso, separaram os alunos entre grupo de controle, nas quais foram desenvolvidas estratégias tradicionais, e grupo experimental, onde desenvolveram as metodologias ativas para alunos do período integral e período noturno. Ao comparar os resultados entre os grupos, os autores perceberam uma melhora significativa no aprendizado e risco relativo baixo de reprovação, com uma maior acentuação para alunos do período noturno, ressaltando que não houve modificações de espaços físicos, mobiliários ou de equipamentos adicionais para as turmas, e que os conteúdos foram integralmente ministrados para os dois grupos. Por meio de análise qualitativa das avaliações, índice de reprovação e comentários de alunos, concluíram que o engajamento no próprio aprendizado afeta positivamente a compreensão conceitual e capacidade de resolver problemas e que, apesar de algumas resistências, a maioria preferiu o ensino via metodologias ativas.

Battesini e Mateus (2018) tiveram como objetivo avaliar os resultados da implantação de aprendizado via PrBL e PjBL na disciplina de Projeto de Experimentos de um curso de Engenharia de Produção, aplicando a pesquisa bibliográfica para a identificação de diferentes modelos de avião de papel. O experimento consistiu na construção de três modelos de avião, de diferentes tamanhos e tipos de papel, que foram lançados várias vezes para averiguação de desempenho. Concluíram que o melhor avião foi o modelo construído de papel tipo jornal, devido ao fato de percorrer a maior distância linear, confirmando as vantagens apresentadas na literatura. Avaliaram que a metodologia foi eficaz devido a alta frequência durante as aulas, boa avaliação do docente e bom aprendizado, estimulando o prosseguimento do uso das metodologias ativas em ocorrências futuras na disciplina.

Lamas *et al.* (2018) analisaram e compararam a visão dos discentes em relação ao desenvolvimento de competências quando cursaram a disciplina Processos na Indústria de Bebidas do curso de Engenharia Química, ministrada com aulas expositivas dialogadas e mescladas com princípios de metodologias ativas, tais como Problematização, ABPr e ABC (Aprendizagem Baseada em Caso). Concluíram que essas estratégias favoreceram para que os discentes compreendessem o benefício do método vivenciado em relação à participação, aquisição de competências para resolução de problemas, trabalho em equipe, comunicação

oral e escrita, sendo alcançado o objetivo pelo retorno positivo quanto ao envolvimento e aquisição de conhecimentos.

Vieira e Lima (2018) realizaram uma análise bibliométrica dos trabalhos que envolveram a PjBL no Brasil na última década a fim de conhecer a produção realizada e discutir a congruência dessa metodologia ativa. Para tanto, foram levantados e analisados 78 trabalhos, identificando um aumento nas produções com o passar dos anos, sendo a maioria publicados em anais do COBENGE (Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia). Deste modo, foi possível obter indicadores de produção, indicadores de citação e indicadores de ligação que apontaram a PjBL como uma metodologia que tem sido disseminada com sucesso no Brasil por várias universidades, com objetivo de desenvolver a autonomia na resolução de problemas e estimulando o trabalho em equipe, proporcionando melhorias no ensino-aprendizagem na Engenharia.

Silva e Salgado (2019) apresentam uma experiência do uso da ABPj com discentes do 7º período do curso de Engenharia de Materiais na disciplina de Tópicos de Engenharia de Materiais, em uma Universidade Pública Federal, desenvolvendo-a durante um semestre, utilizando a observação e questionários aplicados aos alunos como instrumentos de coleta dos dados. Os resultados indicaram alguns entraves para a realização do projeto, como falta de infraestrutura, pouca contribuição da metodologia em relacionar os conteúdos com demais componentes curriculares, pouca utilidade do guia de orientação e projeto deficitário. Porém, os alunos reconheceram a importância do trabalho em equipe para a aprendizagem e a relação do tema com parte dos componentes estudados, mas que possuem dificuldades para adequar a ABPj a sua realidade. Concluíram que para a consolidação dessa metodologia há necessidade de mudanças nas ações gestoras e pedagógicas porque, apesar de seu uso frequente, ela ainda é vista como projeto acadêmico ao invés de estratégia inovadora.

Rech *et al.* (2019) apresentam reflexões sobre um estudo desenvolvido pelos integrantes do Grupo de Pesquisa de Indicadores de Qualidade e Práticas Educativas a partir de um recorte analítico-discursivo de um estudo de caso, com uso da PjBL para o desenvolvimento de futuras competências na disciplina de Instrumentação, que envolveu os alunos dos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia Química e Elétrica. A coleta de dados foi realizada por meio dos instrumentos de avaliação e da observação de participação dos 55 estudantes nas situações de aprendizagem, e analisados por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados indicaram boa concordância com o que se espera pelo Conselho Nacional de Educação, como habilidades e competências dos engenheiros com as perspectivas descritas

pelos alunos, que sugeriram a continuação do uso da PjBL na disciplina, bem como elaborar um método quantitativo para a mensuração do impacto de aprendizagem desses projetos.

Oliveira, Santiago e Araújo (2019) apresentam um estudo acerca da elaboração do PPC (projeto pedagógico de curso) de um curso de Engenharia Civil utilizando o método PjBL com o objetivo de analisar se esse documento norteador atendia ao que era proposto nesta metodologia ativa. Para tanto, realizaram uma pesquisa qualitativa de caráter documental, analisando os dados via Análise de Conteúdo. Os resultados possibilitaram um direcionamento para a efetiva elaboração de um PPC coerente com a proposta do curso, servindo para nortear o projeto educativo de um curso de Engenharia Civil que está sendo desenvolvido em uma universidade federal do Nordeste.

Toloczko, Gonçalves e Baraldi (2019) realizaram um estudo sobre como as instituições de ensino superior brasileiras e estrangeiras treinam os seus futuros profissionais para atuar no mercado na teoria e prática, especificamente no ensino dos processos de fabricação por usinagem. Para isso, propuseram PrBL e PjBL como instrumento orientado na preparação das aulas, consistindo em um mecanismo de escolha fundamentado em tabelas e um fluxograma, bem como demonstrando a finalidade de aplicação, recomendações e particularidades no desenvolvimento do plano de aula. Isso resultou na seleção de cinco técnicas diferentes, que permitem a flexibilização do conteúdo e a disponibilização de ferramentas ao professor para o desenvolvimento de atividades.

Após o breve resumo e com base no **Quadro 3**, percebemos também que houve uma diversificação destas publicações em diferentes cursos de Engenharia, sendo que 01 se trata de um estado do conhecimento, 02 como propostas para melhorar o ensino da Engenharia, e 01 envolveu três Engenharias diferentes (Mecânica, Civil e Elétrica). As demais foram desenvolvidas nos seguintes cursos: 03 na Engenharia de Produção, 02 na Engenharia da Computação e 01 cada para a Engenharia Ambiental, Química, Civil e de Materiais, indicando que vários cursos têm se manifestado em busca de modernizar e melhorar o seu ensino.

Quanto à segunda categoria, constatamos que em primeiro lugar aparece a ABPr (07 trabalhos), seguida pela ABPj (05 trabalhos), porém elas foram mencionadas concomitantemente em duas pesquisas. Também apareceu o uso concomitante da ABC com a ABPr, e uma atividade ativa em um AVA no ensino em EaD.

Com relação à terceira categoria, não houve surpresas quando comparados com os resultados obtidos nas subseções anteriores, porque todas apresentaram pontos positivos que

poderão contribuir com o processo de formação dos engenheiros, porém, ainda há necessidade de aprofundamento nos estudos para a mensuração dos impactos das metodologias ativas porque elas estão em expansão, havendo necessidade de mudança quanto à postura discente e de professores, além da reestruturação das PPCs de alguns cursos.

2.2 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DO CONHECIMENTO

Os estudos realizados nas subseções anteriores forneceram informações relevantes para este trabalho, foi possível constatar que, apesar do desenvolvimento das metodologias ativas não ser recente, no Brasil há uma baixa quantidade de publicações em relação a elas, considerando o total de pesquisas que foram desenvolvidas nos últimos 20 anos.

Também percebemos que as pesquisas no ensino superior envolvendo essa temática, em geral, se concentraram nas áreas de tecnologia, saúde e educação, mas com linhas bem diversas, aplicações em casos específicos com alguma estratégia de aprendizagem ativa. Estas, em sua grande maioria, são dissertações e algumas teses publicadas principalmente nos últimos cinco anos.

Quando delimitamos a estudar especificamente as dissertações e teses que envolveram as metodologias ativas e o ensino de Engenharia, constatamos mais uma vez um número reduzido de pesquisas. Foram encontrados 08 trabalhos, sendo 75% de Dissertações e 25% de teses, com as publicações concentradas nos últimos cinco anos, em situações específicas para o ensino de Engenharia.

Ao analisarmos os artigos, percebemos que alguns foram escritos com base nos dados das pesquisas publicadas nas teses e dissertações, repetindo os autores, período temporal e temas pesquisados. Essa relação foi constatada quando estudamos os artigos dos três importantes portais de periódicos e nos artigos publicados na revista especializada no ensino de Engenharia.

As estratégias metodológicas como ABPr e ABPj apareceram com maior incidência nos mais diferentes cursos de Engenharia nos 37 trabalhos analisados. Destacamos que as publicações se concentraram em Engenharia de Produção, com 06; Engenharia Química e da Computação, com 04 cada; Engenharia Elétrica, de Materiais e Civil, 03 cada; Engenharia Aeronáutica e Ambiental, 02 cada. Também constatamos 04 pesquisas que envolveram várias Engenharias ao mesmo tempo; propostas de trabalhos, estado da arte e ensino foram 05; e

pesquisas com Ensino Híbrido EaD e Ava, 03. Ressaltamos que, uma vez mencionada em uma destas, não se exclui a outra, porque uma só pesquisa pode estar envolvida em duas ou mais classificações, o que há de comum entre todas é a relação com a melhoria do ensino em Engenharia.

Essas pesquisas foram realizadas também em diversas disciplinas, indicando pontos positivos quanto à utilização dessas metodologias e limitações que precisam ser superadas. Com este estudo percebemos que as metodologias ativas, apesar de representarem um número relativamente baixo de publicações envolvendo o ensino de Engenharia, se mostram como um próspero campo de pesquisas emergente, devido a sua contemporaneidade.

Quanto ao ensino de Física, foram encontradas apenas duas publicações que envolveram direta ou indiretamente as metodologias ativas. Em uma tese, os conceitos de Física foram utilizados como subsunçores para ensinar luminotécnica, ou seja, não era o elemento principal da disciplina. Na outra publicação, um artigo, aponta as contribuições do uso das metodologias ativas no ensino da Física para turmas grandes com alunos ingressantes em vários cursos de Engenharia, com a diminuição de reprovação e, conseqüentemente, a evasão.

Diante dessas percepções, podemos inferir que a proposta de ensinar partes da ementa da disciplina de Física 3 (básica) por meio das metodologias ativas no curso de Engenharia Eletrônica se trata de algo novo, e que pode contribuir significativamente na formação dos futuros engenheiros, visto que estes apresentam um déficit de conhecimento teórico e prático na sua formação básica. Portanto, temos um campo muito grande a ser explorado, considerando a importância dessa disciplina para a formação dos futuros profissionais de Engenharia Eletrônica e demais Engenharias.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A palavra ‘pesquisa’ é definida como “1 - Ação ou resultado de pesquisar [...] 2- Estudo metódico a fim de ampliar o conhecimento sobre determinada área do saber [...] 3- Busca para averiguar a realidade” (AULETE; GEIGER, 2011, p. 1061). Deste modo, podemos dizer que, em seu sentido prático, significa um conjunto de ações que visam a descoberta ou aprofundamento de conhecimentos em uma determinada área.

Para que estes novos conhecimentos sejam alcançados, a pesquisa deve estar ligada ao ato de obter resposta para determinada questão ou problema levantados pelas indagações do pesquisador. A resposta da questão ou problema deve ser obtida articulando-a aos conhecimentos construídos anteriormente por outros estudiosos (VISON; MOTTA, 2011). Então, para que uma proposta de trabalho com caráter investigativo se efetive, é necessário explicar sobre todos os princípios metodológicos e métodos que serão utilizados para o seu desenvolvimento.

A pesquisa é um processo de investigação que busca as relações existentes entre os aspectos que envolvem os fatos, fenômenos, situações ou coisas. Segundo Marconi e Lakatos (2007, p. 157) é um “procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”.

Para que uma pesquisa seja considerada científica, é necessário que o pesquisador desenvolva, de maneira organizada e sistematizada, um planejamento prévio (VISON; MOTTA, 2011). A partir desse planejamento, se indica quais os caminhos a serem percorridos na investigação para possíveis respostas e/ou soluções do problema levantado.

De acordo com Rudio (1999), a pesquisa científica se diferencia de outras modalidades pelo método empregado, pelas técnicas utilizadas, pela forma de comunicar o conhecimento alcançado e por estar sempre voltada para a realidade empírica. De acordo com Vison e Motta (2011), as pesquisas podem ser classificadas quanto ao nível de profundidade ou objetivos de estudo, podendo ser dos tipos exploratória, descritiva e explicativa.

A pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo, e geralmente não apresenta relações entre variáveis. A pesquisa descritiva é aquela que analisa, observa, registra e correlaciona variáveis que envolvem fatos ou fenômenos, mas sem manipulá-los. Por último, a pesquisa explicativa busca identificar fatores que contribuem ou agem como causa para a ocorrência de determinados fenômenos.

Quanto à abordagem, pode-se classificar as pesquisas em quantitativas e qualitativas. De acordo com Vison e Motta (2011), a abordagem quantitativa se ocupa mais com a generalização, a objetividade é passível de mensuração, permitindo uma ideia de racionalidade, como sinônimo de quantificação e suas variáveis são analisadas com os recursos da Estatística.

A abordagem qualitativa, segundo Minayo (2002), responde a questões muito particulares nas Ciências Sociais, preocupando-se com o nível de realidade que não pode ser quantificado. Desta forma:

[...] trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2002, p. 21-22).

Essa abordagem emerge no mundo dos significados das relações humanas, o que requer do pesquisador uma atenção muito maior para com as pessoas e suas ideias, pois se analisa as percepções de poucos sujeitos envolvidos no processo do âmbito da realidade pesquisada.

Minayo (2002), ressalta que o conjunto de dados quantitativos e qualitativos não se opõem, mas se complementam porque a realidade abrangida por eles interage dinamicamente, o que exclui qualquer dicotomia. Vison e Motta (2011) ainda afirmam que muitos trabalhos podem apresentar as duas abordagens simultaneamente, o que configura pesquisas quantiquantitativa e qualiquantitativa, que também são conhecidas como pesquisas de método misto.

Para a efetivação desta pesquisa, seguimos os pressupostos da abordagem qualitativa, tendo como preceito metodológico a pesquisa-ação, voltada para a descrição de situações concretas e para intervenção ou ação orientada em função da resolução de problemas efetivamente detectados nas coletividades consideradas (THIOLLENT, 2005).

Segundo Thiollent (2005), é muito comum haver confusões em relação aos tipos de pesquisa participante e pesquisa-ação, inclusive discordâncias entre os estudiosos da área. A pesquisa participante é caracterizada pela inserção do pesquisador no campo de pesquisa, mas não tem objetivo de interferir ou mudar os resultados do problema analisado. Na pesquisa-ação o pesquisador deve estar inserido no meio e buscar meios para que ocorra uma mudança em relação ao problema por ele levantado.

Assim, a pesquisa-ação pode ser definida como:

[...] um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2005, p. 16).

O autor afirma que essa é uma das diversas definições possíveis para a pesquisa-ação, estando em concordância com este trabalho porque se trata de uma ação não-trivial, ou seja, tem-se uma problemática que merece uma investigação para ser elaborada e conduzida.

De acordo com Thiollent (2005, p. 17), na pesquisa-ação “os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas”. Porém, ressalta que a participação dos pesquisadores não deve ser ao nível da substituição das atividades dos grupos e de suas iniciativas.

Ainda segundo Thiollent (2005), do ponto de vista científico, a pesquisa-ação é uma proposta metodológica que oferece mecanismos para organizar a pesquisa social com uma maior flexibilidade na concepção e na aplicação dos meios de investigação.

A pesquisa-ação pode ser vista como uma pesquisa de campo que, em seu sentido literal é “aquela que se faz observação direta e se coleta dados no próprio local ou segmento que é o âmbito da pesquisa” (AULETE; GEIGER, 2011, p. 1061). Para isso, é necessário que a metodologia utilizada pelo pesquisador o direcione para a aquisição do conhecimento e habilidade para se orientar nos processos de investigação, tomar decisões oportunas, selecionar conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados (THOLLENT, 2005). Assim, a metodologia orienta as atividades dos pesquisadores e esclarece suas decisões por meio dos princípios de cientificidade.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para a efetivação e validação de uma pesquisa, a escolha do método a ser utilizado dependerá principalmente das questões formuladas e de como ocorrem os fenômenos envolvidos. Dessa forma, estudar, entender e escolher a opção mais adequada para a análise da pesquisa é de grande relevância.

Neste sentido, Minayo (2002) afirma que a metodologia enquanto conjunto de técnicas deve dispor de instrumentos claros, coerentes e elaborados, que sejam capazes de encaminhar os impasses teóricos para o desafio da prática.

Por meio dessa escolha que o investigador, utilizando seu potencial criativo, inclui as concepções teóricas de abordagem e emprega o conjunto de técnicas que possibilitam a construção da realidade (DESLANDES, 2002).

Dessa maneira, o desenvolvimento da presente pesquisa está de acordo com os pressupostos teóricos da pesquisa qualitativa, por considerar a inter-relação entre o mundo real com o sujeito não podendo ser traduzida em números. Logo, devemos considerar a interpretação dos fenômenos e quais são os significados que o investigador venha a captar ou perceber em relação às ações do sujeito.

Investigar qualitativamente é ter o cuidado com a busca, pelo entrevistado, e também, com o trabalho para a coleta de dados, garantindo o rigor dessa perspectiva. Esse cuidado deve ser tomado pelo pesquisador, que deve agir com constante cautela, de forma coerente e ética, a cada passo da investigação, procurando ter clareza dos significados de suas escolhas.

Com a intenção de desenvolver um estudo sobre a construção do conhecimento, um ambiente natural foi escolhido como fonte direta para constituição de dados. A partir deste, desenvolvemos uma série de atividades planejadas com enfoque nas metodologias ativas que contemplassem diferentes estratégias didáticas na disciplina de Física 3 (eletricidade e eletromagnetismo) no segundo período de curso de graduação em Engenharia Eletrônica, em uma universidade pública federal da região Centro-Oeste do estado do Paraná.

Como pesquisadores, fizemos parte do desenvolvimento dos trabalhos por meio da pesquisa-ação. Esta investigação nos permitiu o envolvimento direto das suas ações, observações e reflexões (DEMO, 1982). Com esse envolvimento, tivemos condições de coletar os dados e informações a partir de diferentes métodos e técnicas, tornando o processo de coleta e o seu significado o foco principal da abordagem qualitativa.

Logo, consideramos a presente pesquisa como descritiva e que, ao usar algumas técnicas padronizadas de coleta de dados, visou caracterizar uma determinada população ou fenômeno.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL, DOS PARTICIPANTES E ENCAMINHAMENTOS DA PESQUISA

As primeiras ações da pesquisa se iniciaram no início do ano de 2017, na qual solicitamos ao diretor do campus da universidade a autorização por escrito para a realização da pesquisa, nesta constavam os objetivos e os encaminhamentos que seriam realizados.

Em seguida, escrevemos o projeto de pesquisa e elaboramos termo de autorização institucional (apêndice B). Ambos foram submetidos e devidamente autorizado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá (COPEP-UEM) via parecer número 15049619.5.0000.0104.

Os critérios para a escolha da universidade, curso e turmas onde realizamos todas as etapas desse trabalho se deram devido à localização do campus da instituição, perfil dos acadêmicos do curso de Engenharia e, principalmente, pelo fato do coorientador desta pesquisa ministrar aulas na disciplina de Física 3 no curso de Engenharia Eletrônica dessa instituição. Um fato importante que corroborou positivamente para a escolha da instituição é que a mesma vem passando por um processo de modernização dos cursos de Engenharia, porque estes viviam um momento de repensar seus Projetos de Cursos, sempre na perspectiva de formar alunos mais autônomos.

Buscando contribuir com a perspectiva da instituição, propusemos um projeto pautado na utilização de algumas metodologias ativas na disciplina de Física 3, de modo que pudesse gerar e analisar dados de maneira sistemática, seguindo critérios aceitos pela comunidade científica a fim de inferir sobre sua viabilidade em um contexto de ensino de Física 3 para o curso de Engenharia Eletrônica, especificamente no 2º semestre do ano de 2019, em que desenvolvemos diversas estratégias ativas com um grupo de 28 alunos durante todo o período da disciplina.

Estes participantes foram previamente informados sobre o desenvolvimento da pesquisa, objetivos e possíveis contribuições para o ensino de Física e Engenharia. Para isso, todos assinaram o TCLE (Termo de consentimento livre e esclarecido), onde nos autorizaram a utilizar os dados que seriam coletados.

3.3 INSTRUMENTOS PARA CONSTITUIÇÃO DOS DADOS

A constituição dos dados é o momento em que o investigador se utiliza de técnicas para registrar informações sobre o seu trabalho e que posteriormente serão analisadas de acordo com os rigores do método de pesquisa previamente definido.

Os trabalhos desta pesquisa foram iniciados no ano de 2017, quando começamos a implementar algumas atividades ativas na disciplina de Física 3, que requeriam uma participação mais efetiva dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem, e que

procuravam se desvencilhar do modelo tradicional de ensino. Nesse mesmo ano implementamos apenas algumas atividades, com a intenção de irmos construindo alguns instrumentos analíticos para coleta e análise de dados.

No ano de 2018 aplicamos novamente algumas ações pontuais com as estratégias ativas, que funcionaram como um piloto de novos encaminhamentos e, mais uma vez, a partir do feedback dos alunos, construímos nossa proposta, que foi implementada para a constituição do corpus desta pesquisa, no segundo semestre de 2019.

Buscamos, durante as aulas de Física 3 nas cinco turmas, a cada semestre (entre 2017 e 2019), implementar um sistema de aulas diferente do que tradicionalmente é feito, apenas com a utilização do giz e quadro negro; para que os acadêmicos se sentissem mais corresponsáveis pelo seu aprendizado. Dessa forma, já estávamos desenvolvendo parte da disciplina com algumas estratégias ativas, entretanto, essas ações ainda eram muito pontuais.

Este formato de trabalho funcionou como um ensaio para o desenvolvimento das metodologias ativas nestes cinco semestres, de forma que verificamos o que havia funcionado, o que poderia ser aprimorado e/ou descartado. Assim, as ações envolveram atividades práticas (real e virtual), atividades imersivas, interação, provas e mapas conceituais.

Essas estratégias ativas foram novamente utilizadas de forma reorganizada no segundo semestre de 2019 e analisados na busca de elementos que demonstrassem uma maior eficiência no processo de aprendizado e formação dos acadêmicos, para que pudessem atender o que estava estabelecido nas DCNs. Isso resultou em dados materiais como questionários, provas escritas, projetos, atividades experimentais e comentários dos alunos, que fazem parte do rol de instrumentos de coleta de dados.

Utilizamos também a técnica de diário de campo como instrumento, porque permitiu descrever os sujeitos, objetos, lugares, acontecimentos, atividades e debates. Nessas descrições foram registradas as ideias do pesquisador, suas reflexões e estratégias sobre os dados de seu estudo qualitativo (BATISTA, 2016). Portanto, esse instrumento nos permitiu constituir dados por meio do desenvolvimento da pesquisa na sala de aula a partir de vivências por nós experienciadas e que poderiam mostrar-nos caminhos com relação ao desenvolvimento das metodologias ativas, quando foram desenvolvidas para ensinar parte dos conteúdos de Física 3.

3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta dos dados ocorreu por meio de atividades práticas, atividades imersivas, interações, provas teóricas e práticas, observações, produção de documentos, mapas conceituais e diários de campo. Ressaltamos que, nos 05 primeiros semestres, em cada uma das turmas aplicamos algumas estratégias diferenciadas de ensino, como ações pontuais no uso de estratégias ativas de aprendizagem, que serviram como apoio para a organização do curso de Física 3 pautado nas metodologias ativas.

No segundo semestre do ano de 2019, para constituirmos os dados de nossa pesquisa, implementamos um curso de Física 3 diferente do que convencionalmente tem sido adotado nos cursos de Engenharia (essa proposta foi construída a partir das inserções pontuais nas turmas anteriores). Então as ações pedagógicas foram planejadas, com o objetivo de estimular a reflexão dos aprendizes em relação à construção do conhecimento, dando condições para que se tornassem mais autônomos diante de situações que pudessem compreender a Física 3 além do âmbito dos muros da universidade.

Assim, iniciamos as aulas com uma avaliação diagnóstica, seguido pela aplicação do Método do Caso, *Peer Instruction*, ABPr, Sala de Aula invertida, ABPj e mapas conceituais. A implementação de todas essas estratégias ativas nos forneceu uma grande quantidade de material, constituindo os principais dados coletados.

O cronograma das aulas, bem como a utilização de cada uma destas estratégias pode ser visualizado no **Quadro 4**:

Quadro 4 - Cronograma de desenvolvimento das atividades

Semana	aulas	Carga horária h/a	Conteúdos	Encaminhamento metodológico
1	Teórica	3	Noções básicas de eletricidade Apresentação da disciplina;	Avaliação Diagnóstica; Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Apresentação do Laboratório e forma de trabalho no mesmo;	Aula Expositiva Dialogada
2	Teórica	3	Revisão de Análise Vetorial	Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Carga elétrica Processos de Eletrização	Peer Instruction (Atividade investigativa com o Gerador de Van de Graff)
3	Teórica	3	Carga elétrica Processos de Eletrização	Aula Expositiva Dialogada Método de Caso
	Prática	2	Corrente elétrica, Leis de Ohm, Potência elétrica	Atividade ABPr

Continua na página seguinte

4	Teórica	3	Processos de Eletrização Materiais Condutores e Isolantes. Força Elétrica	Método de Caso Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Resistores: Leitura e Medição e sobre utilização do protoboard	Atividade experimental ABPj
5	Teórica	3	Campo Elétrico	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Medidores elétricos	Atividade experimental ABPj
6	Teórica	3	Avaliação	-----
	Prática	2	Associação de resistores em série	Atividade experimental ABPj
7	Teórica	3	Lei de Gauss	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Associação de resistores em paralelo	Atividade experimental ABPj
8	Teórica	3	Potencial elétrico Energia Potencial Capacitores	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Associação de resistores mista	Atividade experimental ABPj
9	Teórica	3	Magnetismo, Fontes de Campo Magnético Lei de Gauss para o magnetismo	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Leis de Kirchhoff e circuitos elétricos	Atividade experimental ABPj
10	Teórica	3	Força de Lorentz	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Capacitores	Atividade experimental ABPj
11	Teórica	3	Fontes de campo magnético: Lei de Biot-Savart, Lei de Ampere	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Preparação de material	ABPj
12	Teórica	3	Avaliação	-----
	Prática	2	Preparação de material	ABPj
13	Teórica	3	Indução Eletromagnética	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Implementação do projeto com os alunos do Ensino Médio	ABPj

Continua na próxima página

14	Teórica	3	Indução Eletromagnética	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Implementação do projeto com os alunos do Ensino Médio	ABPj
15	Teórica	3	Equações de Maxwell	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Implementação do projeto com os alunos do Ensino Médio	ABPj
16	Teórica	3	Equações de Maxwell e conservação de energia	Sala de aula invertida Aula Expositiva Dialogada
	Prática	2	Implementação do projeto com os alunos do Ensino Médio	ABPj
17	Teórica	3	Avaliação	-----
	Prática	2	Retomada de conteúdo	Aula Expositiva Dialogada
18	Teórica	3	Avaliação Substitutiva	-----
	Prática	2	Fechamento do semestre	-----

Fonte: o autor, 2020.

Para análise dos dados coletados, utilizamos os pressupostos teóricos e metodológicos de Bardin (1977), que se baseia em categorizações por Análise de Conteúdo, em que os pesquisadores delimitam alguns parâmetros e categorias que demonstrem a aquisição de conhecimento por parte do aprendiz.

Resumidamente, essa metodologia de análise consiste em:

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 (BARDIN, 1977, p. 42).

Assim, esses parâmetros deverão buscar inferências nos materiais coletados que os leve a indicar as categorias que por eles foram estabelecidas e demonstrem a apropriação dos saberes. Já os mapas conceituais foram analisados também à luz da teoria de Novak e Gowin (1999), que sugere critérios para a análise dos mapas conceituais e para a verificação da Aprendizagem Significativa de acordo com os pressupostos de David Ausubel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção apresentamos os resultados da aplicação de metodologias ativas para o ensino de Física 3, com o intuito de propor um novo direcionamento para o ensino dessa área nos cursos de Engenharia. Essa proposta vai ao encontro das premissas das DCNs (BRASIL, 2019), porque procuramos contribuir para uma formação generalista, crítica e reflexiva, de modo que os alunos sejam capacitados para absorver e desenvolver novas tecnologias, atuando com criatividade na identificação e resolução de problemas que farão parte de seu meio profissional.

4.1 O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA 3

Os dados que serão apresentados e analisados nesta seção foram coletados no ano de 2019, com uma turma do 2º semestre do curso de Engenharia Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão, se tratando de uma pesquisa de cunho qualitativo.

Como se tratou de um semestre completo, desenvolvemos diversas estratégias ativas com esse grupo de alunos, procurando sempre mobilizá-los e motivá-los, de modo que fossem colocados como os maiores responsáveis pelo aprendizado, isto é, tornando-se também ativos na sua própria formação (MATTAR, 2017; FILATRO; CAVALCANTI, 2018; DAROS; CAMARGO, 2018). Durante o desenvolvimento das atividades, fomos observando como os participantes reagiram, se envolveram e se comprometeram diante de diferentes estratégias de aprendizado.

Ao mesmo tempo, a cada implementação das estratégias ativas coletamos materiais por meio de relatos escritos, fotos e resolução das atividades. Para isso, estabelecemos a priori duas categorias, seguindo Bardin (1977), que poderiam nos ajudar a balizar as contribuições do uso de metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem dos alunos do curso de Engenharia Eletrônica, e indicando as possíveis contribuições das metodologias ativas para o ensino de Física 3.

Portanto, as categorias são:

- a) Saberes Curriculares relativos a Eletricidade Básica: os alunos compreenderam a natureza e os conceitos de Física desenvolvidos por meio da metodologia ativa;

- b) ações no processo avaliativo: os alunos se motivaram, desenvolveram habilidades de comunicação e foram proativos na construção de seus conhecimentos.

Após definirmos essas categorias, procuramos estabelecer relações com os elementos essenciais da Aprendizagem Significativa, isto é, a presença dos conhecimentos prévios (subsunçores), a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Os resultados e análises serão apresentados nas subseções a seguir, iniciando pela avaliação diagnóstica, que foi o ponto de partida para o planejamento e desenvolvimento das metodologias por nós implementadas.

4.1.1 Análise da Avaliação Diagnóstica

O ensino da Física não tem atingido os objetivos necessários para atender às demandas da sociedade contemporânea. Pesquisas indicam diversos problemas relacionados ao ensino da Física ocorrendo na educação básica e no ensino superior (MOREIRA, 2018; VIDAL; CUNHA, 2019; GOMES, 2017), mas também apontam a necessidade de identificar os conhecimentos prévios dos alunos, seus interesses e suas necessidades.

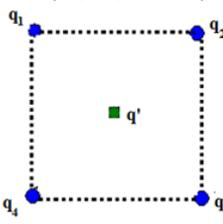
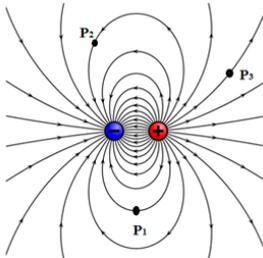
A identificação desses aspectos indica os caminhos que poderão ser seguidos pelo docente e, desta forma, ele pode elaborar seu plano de ensino, contemplando as lacunas no conhecimento, bem como o interesse dos alunos na disciplina de Física.

Visando identificar o nível de conhecimentos prévios dos acadêmicos em relação aos conteúdos de eletricidade e magnetismo do ensino médio, realizamos uma avaliação diagnóstica (**Quadro 5**) propondo 07 questões conceituais que julgamos como básicas para alunos ingressantes na universidade, valendo 10 pontos cada. Segundo Masetto (2003), o processo avaliativo em uma dimensão diagnóstica permitirá ao professor verificar se a aprendizagem tem sido alcançada ou não, oferecendo informações sobre o que fazer dali em diante para atingir os objetivos finais.

No **Quadro 5** apresentamos as questões que foram utilizadas para identificar os conhecimentos prévios básicos dos acadêmicos em relação aos conteúdos de eletromagnetismo. Esses conhecimentos são utilizados como ponto de partida para um

aprendizado mais abrangente e completo, conforme a teoria da Aprendizagem Significativa (MOREIRA; MASINI, 1982, 2001; MOREIRA, 2006, 2010, 2012):

Quadro 5 - Avaliação diagnóstica aplicada aos alunos ingressantes

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Campus CAMPO MOURÃO Disciplina de Física 3 - Prof. Michel Corci</p>	
<p>AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INICIAL</p> <p>01. Analise cada uma das seguintes afirmações relacionadas com eletricidade e indique se é verdadeira (V) ou falsa (F):</p> <p>() Uma esfera metálica eletricamente neutra, ao ser aproximada de um bastão de vidro positivamente carregado, pode sofrer uma força de atração elétrica.</p> <p>() Em uma esfera metálica eletricamente carregada, as cargas distribuem-se uniformemente, ocupando todo o volume da esfera.</p> <p>() Uma carga elétrica positiva colocada entre duas cargas negativas é repelida por ambas.</p> <p>02. Quatro cargas elétricas fixas estão dispostas nos vértices de um quadrado, conforme a figura abaixo. As cargas valem $q_1 = +3q$, $q_2 = -q$, $q_3 = +q$ e $q_4 = +q$. Uma carga q', positiva, é colocada no centro do quadrado. Determine vetorialmente (Desenhe sobre este desenho) cada uma das forças elétricas aplicadas (F_1, F_2, F_3 e F_4) a esta carga e a força resultante (F_{res}) sobre ela.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>03. As linhas de força de um campo elétrico, gerado por uma carga puntiforme negativa, são</p> <p>a) semirretas, radiais, dirigindo-se para a carga.</p> <p>b) semirretas, radiais, partindo da carga.</p> <p>c) curvas parabólicas com a carga no foco.</p> <p>d) circunferências concêntricas, com a carga no centro, e sentido horário.</p> <p>e) circunferências concêntricas, com a carga no centro e sentido anti-horário.</p> <p>04. considerando um dipolo e as linhas de campo, como na figura acima, desenhe o vetor campo elétrico \vec{E}_1, \vec{E}_2 e \vec{E}_3 nos pontos P_1, P_2 e P_3.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>05. Assinale V ou F</p> <p>() Força elétrica é uma força conservativa.</p> <p>() Campo elétrico é uma grandeza escalar medida em N/C.</p> <p>() Potencial elétrico é uma grandeza escalar medida em volt.</p>		

Continua na página seguinte

- () O trabalho da força elétrica para levar uma carga de um ponto A até um ponto B não depende do caminho.
 () Cargas elétricas de mesmo sinal se atraem.

06. Quando um ímã em forma de barra é partido ao meio, observa-se que:

- a) Separamos o polo norte do polo sul.
 b) Obtemos ímãs unipolares.
 c) Damos origem a dois novos ímãs.
 d) Os corpos não mais possuem a propriedade magnética.
 e) n.d.a.

07. Duas cargas elétricas iguais de $2 \cdot 10^{-6}\text{C}$ se repelem no vácuo com uma força de 0,1N, quando estão separadas por uma distância d . Sabendo que a constante elétrica do vácuo é de $9 \cdot 10^9\text{N m}^2/\text{C}^2$, se as cargas estiverem agora separadas por uma distância de $2d$ o que acontecerá com a força?

Fonte: o autor, 2020.

Essa avaliação foi aplicada para um grupo de 28 alunos no primeiro dia de aula da disciplina de Física 3. Visando preservar a identidade de todos eles, nós os identificamos conforme consta na **Tabela 3**, bem como também as notas alcançadas de um possível total de 70 pontos:

Tabela 3 - Relação de notas da avaliação diagnóstica

<i>Identificação</i>	<i>Nota (70)</i>	<i>Percentual (%)</i>
A1	38	54
A2	31	43
A3	38	54
A4	27	39
A5	29	41
A6	32	46
A7	57	81
A8	31	44
A9	20	29
A10	43	61
A11	33	47
A12	43	61
A13	24	34
A14	16	23
A15	38	54
A16	50	71
A17	27	39
A18	40	57
A19	25	36
A20	70	100
A21	51	73
A22	21	30
A23	33	47
A24	09	13
A25	25	36
A26	33	47
A27	14	20
A28	43	61

Fonte: o autor, 2020.

Os resultados dessa avaliação diagnóstica demonstraram que grande parte dos acadêmicos, mesmo tendo ingressado na educação superior, apresentam um conhecimento dos conceitos de eletromagnetismo abaixo do esperado, considerando que estes conteúdos fizeram parte da disciplina de Física no ensino médio. Para análise dos dados apresentados na **Tabela 3**, agrupamos as notas dos alunos em três diferentes níveis: de 0 a 30 pontos - abaixo do esperado; de 31 a 50 pontos - próximo do esperado; e de 51 a 70 pontos - dentro do esperado.

Dessa forma, constatamos que 11 dos 28 alunos estavam no nível mais baixo, isto é, 39% não apresentavam conhecimentos físicos necessários para subsidiar a continuidade de seus estudos. No segundo nível foi onde se concentrou a maior parte, ou seja, 14 dos 28 alunos. Cerca de 50% apresentaram conhecimentos próximos ao esperado, demonstrando conhecimentos prévios que poderiam ser utilizados como ponto de partida para o aprendizado de eletromagnetismo. E, por último, tivemos apenas 03 alunos no nível que consideramos dentro do esperado, ou seja, 11% dos alunos apresentavam os domínios necessários para o desenvolvimento dos conteúdos de Física 3 e que possivelmente não apresentariam dificuldades no transcorrer da disciplina.

Esses resultados são alarmantes, haja vista que os alunos participantes já haviam cursado um semestre no ensino superior e, em tese, estariam aptos a cursar o segundo semestre, porque vieram de uma formação básica. Esse déficit de aprendizagem corrobora com muitas pesquisas desenvolvidas sobre ensino de Física, que indicaram que o ensino de Física ainda é predominantemente tradicional, memorístico e pouco significativo para os alunos (GOMES, 2017). Portanto, esse modelo de ensino não tem contribuído para que os conhecimentos fiquem retidos na memória dos aprendizes por um longo período de tempo, como defendido na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (MOREIRA; MASINI, 2001).

Dessa forma, ao constatar que a maioria dos discentes não possuía os conhecimentos básicos suficientes, envolvê-los em situações de aprendizagem tradicionais não contribuiria para superar os déficits de aprendizagem, e muito menos para que pudessem angariar novos saberes, principalmente quando não envolvemos assuntos relacionados a sua futura profissão.

Para tanto, ao conhecermos as lacunas existentes nos conhecimentos dos acadêmicos, e visando desenvolver nossa proposta, procuramos propor situações de aprendizagem instigantes, que os inserissem em um papel ativo na sua aprendizagem, conforme defendido na teoria das metodologias ativas.

De posse dos resultados da avaliação diagnóstica foi possível planejar as aulas, a composição de cada equipe², as estratégias ativas por nós planejadas e que seriam desenvolvidas. Assim, estes momentos aprendizagem ativa envolveram Método do Caso, APBr, *Peer Instruction*, Sala de Aula Invertida, APBj, avaliação com uso de mapas conceituais. Os resultados e as discussões dessa implementação serão apresentadas nas próximas subseções, iniciando pelos estudos da introdução à eletrostática por meio do Método do Caso.

4.1.2 Análise do Método do Caso

Após a conclusão da avaliação diagnóstica, ainda no primeiro dia de aula, levamos para a sala uma reportagem de um incidente, que serviria de base para a introdução dos estudos a respeito dos processos de eletrização. Dessa forma, poderíamos apontar indícios dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito deste conteúdo, logo, propusemos o Método do Caso como uma prática motivadora, integradora e de aprendizado.

Segundo Mattar (2017), o Método do Caso é uma metodologia ativa de ensino, que consiste nos alunos apresentarem soluções para casos propostos pelos professores. Neste sentido, os alunos são levados a imergir em situações de gestores e decisores, precisando se posicionar em uma situação próxima do real, desenvolvendo fundamentação teórica para debater com os colegas e construir colaborativamente uma solução para o caso apresentado.

Assim, os 28 alunos participantes ficaram livres para escolher a forma de trabalho, que poderia ser em equipes ou individualmente, desde que ao final da atividade nos fosse apresentada uma explicação embasada na Física por meio do caso proposto. Nosso principal objetivo foi instigar os alunos para que identificassem corretamente através da leitura de um caso real os conceitos físicos presentes no evento, e que desenvolvessem a aprendizagem ativamente quando confrontassem a teoria com a prática.

Para isso, utilizamos os três passos do desenvolvimento do Método do Caso, conforme Leal, Medeiros e Ferreira (2018), realizando inicialmente a leitura exploratória do caso por nós selecionado (**Quadro 6**) ainda em sala, com todos os presentes. Em seguida, como o tempo da aula estava se esgotando, propomos que as equipes estudassem a situação real como

² Parte dos trabalhos nessa proposta de ensino são realizados em pequenos grupos, e esses são formados com integrantes que estão nos diferentes grupos encontrados na avaliação diagnóstica.

atividade assíncrona, e na aula seguinte retomaremos as discussões, sendo este o ponto de partida para o desenvolvimento dos conteúdos da aula (processos de eletrização):

Quadro 6 - Caso real utilizado em sala

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Campus CAMPO MOURÃO Disciplina de Física 3 - Prof. Michel Corci</p>	
CASO:		
<p>No Paraná, uma explosão seguida de incêndio ocorreu no pátio de tanques de uma indústria de álcool etílico. O acidente vitimou fatalmente 4 trabalhadores e feriu 6.</p>		
<p>Publicado por ESD Antiestáticos Em Notícias</p>		
LOCAL		
<p>Obras corriam dentro e nas proximidades do dique de contenção dos tanques que armazenavam álcool etílico originado da soja. Os tanques eram de aço carbono revestido internamente com resina acrílica. A entrada do produto era feita pelo costado próximo ao teto e a saída pela parte inferior.</p>		
<p>O primeiro tanque (início do acidente) será denominado aqui de TQ1 e o segundo de TQ2.</p>		
OCORRÊNCIA		
<p>Com a explosão do TQ1 que continha 10% do produto (capacidade total 311.000 litros), ocorre subitamente a ruptura do fundo (espalhamento do produto inflamável) deslocando o tanque a 20 metros de sua posição original, parando no talude do dique de contenção. Posteriormente, com a explosão do segundo tanque (TQ2) o teto é arremessado para alto e cai dentro do próprio tanque. Assim o primeiro tanque rompeu-se na base do costado. O segundo tanque (TQ2) explodiu devido ao aquecimento causado pelo primeiro incêndio, superaquecendo-o pelo produto derramado do TQ1. O TQ2, desajeitadamente, arremessou o seu teto no momento da explosão.</p>		
OBS: Ao que tudo indica, no segundo tanque (TQ2), a “solda fraca” do teto atuou (condição desejável).		
<p>“Solda Fraca” – termo utilizado para indicar que a solda de fixação do teto sobre costado se romperá primeiro em caso de explosão, projetando o teto, mas garantindo a integridade física do costado, contendo o produto no interior do tanque, impedindo o alastramento do incêndio. Ver NBR-7821 – Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados. Muito provável que se o TQ1 rompesse pela “solda fraca”, o incêndio não teria envolvido o TQ2.</p>		
<p>Em relação às graves consequências do acidente, ou seja, as mortes e ferimentos causados aos trabalhadores, as mesmas poderiam ter sido evitadas caso o TQ1 permanecesse com seu costado intacto e contendo o álcool em chamas no seu interior.</p>		
<p>DISCUTA COM SEU GRUPO SOBRE A MATÉRIA E ELABORE UMA EXPLICAÇÃO FÍSICA PARA O ACIDENTE.</p>		

Fonte: arquivos do autor, 2020.

Realizados os procedimentos iniciais, as equipes foram orientadas a buscar a explicação física para o acidente descrito no caso (**Quadro 6**), podendo consultar diversas fontes - sendo algumas sugeridas por nós -, bem como buscar maiores informações com profissionais da área que vivenciaram situações semelhantes e pudessem auxiliar os acadêmicos a tomar suas decisões. Durante uma semana os alunos também puderam nos procurar para sanar dúvidas e obter orientações a respeito da fundamentação teórica adequada ao caso.

A busca de respostas gerou nas equipes um engajamento, favorecendo o desenvolvimento da capacidade de argumentar, negociar e propor soluções a partir da defesa de seus pontos de vista, gerando um ambiente de aprendizagem construtivo (MENEZES, 2009; GIL, 2017). Esse fator é de suma importância para o Método do Caso, sendo em algumas circunstâncias até mais valorizado que o próprio conteúdo estudado ou a solução final apresentada pelos participantes (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018; GIL, 2017).

Com essas atitudes, verificamos uma positividade das ações no processo em relação ao uso dessa estratégia ativa, estando de acordo com a categoria b (ações no processo avaliativo: os alunos se motivaram, desenvolveram habilidades de comunicação e foram proativos na construção de seus conhecimentos).

Transcorridos sete dias, no retorno para a sala de aula os alunos tiveram que apresentar as explicações físicas do fenômeno abordado no caso proposto, e cada equipe escolheu um membro para expor oralmente as respostas construídas, justificando suas escolhas baseadas em fundamentos científicos. Como se tratava de apenas 28 alunos, um grupo relativamente pequeno, a terceira etapa do Método do Caso foi realizada em sala de aula, mas que poderia ter sido em ambiente maior se houvesse necessidade de ampliação de espaço (MATTAR, 2017), para que todos se enxergassem e pudessem participar das discussões.

Dentre os 28 alunos participantes da primeira etapa, 25 apresentaram respostas em equipes conforme orientações para implementação dessa estratégia de ensino, porém, 01 aluno optou por trabalhar individualmente e 02 não apresentaram e nem entregaram as solicitações da atividade. Dessa forma, estes últimos não contabilizaram pontos para a avaliação formativa que estávamos desenvolvendo com o Método do Caso.

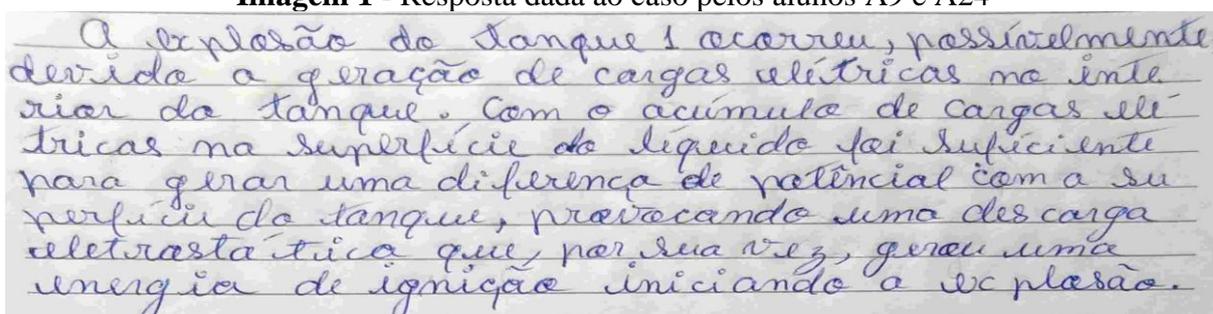
Esse fato pode ter ocorrido porque atribuímos uma maior liberdade para os participantes escolherem seu modo de aprendizado, sendo essa uma maneira também de desenvolver o protagonismo dos aprendizes e sua proatividade em trabalhar de maneira mais autônoma. Neste sentido, há a necessidade, também, de o acadêmico se comprometer mais com sua aprendizagem, sendo-lhe atribuído um maior grau de responsabilidade com seus estudos.

Logo após as apresentações e discussões dos fenômenos físicos envolvidos no caso, cada equipe apresentou um texto escrito sobre a solução física determinada. Dessa forma, foram obtidas 09 respostas escritas, nas quais 08 delas, de uma maneira geral, utilizava argumentos físicos que envolveram os conteúdos de eletrostática, principalmente envolvendo os conceitos dos processos de eletrização, eletrização por atrito e diferença de potencial.

Também consideramos válida a resposta da equipe que não apresentou os argumentos físicos esperados, mas valorizamos as suas ações durante o processo de aprendizado.

Essa afirmação é constatada pela resposta dos alunos A9 e A24 na **Imagem 1**, porque utilizam toda a conceituação que mencionamos anteriormente, indo ao encontro da categoria a, ou seja, nessas respostas foram constatados os saberes curriculares relativos aos processos de eletrização:

Imagem 1 - Resposta dada ao caso pelos alunos A9 e A24



A explosão do tanque 1 ocorreu, possivelmente, devido a geração de cargas elétricas no interior do tanque. Com o acúmulo de cargas elétricas na superfície do líquido foi suficiente para gerar uma diferença de potencial com a superfície do tanque, provocando uma descarga eletrostática que, por sua vez, gerou uma energia de ignição iniciando a explosão.

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Essa resposta apresentou diversos conhecimentos físicos que justificaram a ocorrência da explosão no tanque, demonstrando que estes alunos utilizaram conceitos corretos para o caso apresentado. No entanto, ainda é possível notar incoerências na resposta, a exemplo, podemos mencionar o termo “geração de cargas”, que podem ser minimizadas por meio das ações do docente, que deve estar pronto para agir nas situações em observância da necessidade, não deixando os acadêmicos construírem conclusões errôneas.

Da mesma maneira, a equipe composta pelos alunos A14, A22, A25 e A28 chegaram em uma explicação convincente, conforme apresentamos na **Imagem 2**, entretanto, esse grupo utilizou uma maior quantidade de argumentos físicos, que foram além dos conceitos de eletrostática, isso foi comprovado quando citaram o processo de combustão. Essa é uma das premissas do Método do Caso, que vem a ser a possibilidade de surgirem soluções interdisciplinares para o caso analisado (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018), isto é, podem surgir respostas que, de antemão, não estejam diretamente ligadas ao contexto da disciplina ou conteúdo, mas que contribuem significativamente para o enriquecimento desta estratégia ativa:

Imagem 2 - Resposta dada ao caso pela equipe dos alunos A14, A22, A25 e A28

O material usado na fabricação da parte interna do tanque ajudou na reação para acabar atuando como um isolante. Quando o álcool etílico foi despejado ocorreu um processo de eletrização por estática entre o vapor do álcool etílico e do ar contido dentro do tanque. As cargas ficaram distribuídas na superfície do conteúdo líquido do tanque. Sabe-se que, muito raramente, a diferença de potencial gerada é suficiente para que, com uma descarga de energia mínima, é possível gerar uma explosão. Concluímos que haviam condições para que uma seja a explicação do acidente.

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Estas respostas corroboram com Mattar (2017), porque o sucesso da utilização do Método do Caso pode ser mensurado de várias maneiras, sendo uma delas a averiguação da discussão para a solução do problema e a defesa do ponto de vista encontrado pela equipe. Observamos que a maioria dos alunos participantes convergiu para respostas similares, apesar de não ter sido identificada nenhuma idêntica.

Logo após as discussões, realizamos um feedback com relação à implementação do Método do Caso, principalmente sobre a viabilidade dessa estratégia de ensino para aproximar a Física teórica com situações vivencias e práticas. Muitos dos participantes verbalizaram positivamente o desenvolvimento desta estratégia, e alguns escreveram sobre o assunto no próprio corpo do trabalho entregue no dia.

Essa avaliação positiva é comprovada no depoimento da aluna A5, quando destacou que gostaria que essa estratégia fosse utilizada mais vezes pois, segundo ela, foi possível ver aplicações “de verdade” da Física:

Imagem 3 - Avaliação positiva do modelo de aula

“Professor você deveria mandar
nós fazermos mais vezes isso”
→ “É por quê?”
“Aplicação de verdade da Física,
muito obrigada!”

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Essa afirmação também nos forneceu indícios de que o Método do Caso pode ser um poderoso motivador para o aprendizado, porque leva os participantes a interagir, defender seus pontos de vista, refletir sobre o problema e apresentar soluções pautadas nos

fundamentos da Física em uma aplicação cotidiana. Neste sentido, caminha na direção da categoria b, valorizando as ações desenvolvidas no processo, também defendidas por diversos autores na perspectiva construtivista (MATTAR, 2017; GIL, 2017; LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018; MOREIRA, 2006, 2010).

Na medida em que foram sendo apresentadas as soluções para o caso em questão, fomos anotando no quadro algumas palavras-chave fornecidas pelos alunos com relação aos conceitos de eletrização. Estes, então, juntamente com as soluções apresentadas, serviram de base para a discussão e construção coletiva de um Mapa Conceitual, que foi utilizado para o prosseguimento da aula sobre os processos de eletrização, servindo de organizadores prévios ou subsunçores, que são necessários para que a Aprendizagem Significativa ocorra.

Segundo Mattar (2017), quando se alia o Método do Caso com outras estratégias didáticas, ele contribui significativamente para o aprendizado porque favorece o entendimento dos conteúdos, e isso foi verificado quando as utilizamos para a introdução dos conceitos de eletrostática. Nesse sentido, quando combinado com outras ferramentas, pode levar o aluno a sair de sua passividade, mobilizando-o a se tornar agente corresponsável pela construção de seus conhecimentos e formação profissional qualificada.

Com uso do Método do Caso, percebemos que os alunos se envolveram substancialmente na busca de respostas para o problema, e apresentaram resultados satisfatórios com o uso desta estratégia. Entretanto, Leal, Medeiros e Ferreira (2018) e Mattar (2017) chamam a atenção para seu uso em momentos pontuais da disciplina ou curso, e não como uma atividade rotineira, porque pode fazer com que os alunos se desmotivem ou se desinteressem.

Levando isso em consideração, outras estratégias ativas se fazem necessárias para um aprendizado centralizado no aluno. Assim, procuramos utilizar a estratégia *Peer Instruction* para continuar desenvolvendo os conceitos de processos de eletrização, consorciados com aulas expositivas dialogadas para o ensino do formalismo que essa área exige. A implementação dessa metodologia ativa e os seus resultados de aplicação serão apresentados e discutidos na próxima subseção.

4.1.3 Análise da *Peer Instruction*

A *Peer Instruction*, desenvolvida por Eric Mazur como uma metodologia ativa específica e sistemática para medir continuamente os resultados de aprendizagem na medida em que propõe que os alunos ensinem e aprendam com seus colegas (MATTAR, 2017). Mazur, durante o desenvolvimento de toda a sua disciplina de Introdução à Física, favoreceu com que os alunos criassem a cultura de realizar leituras prévias dos materiais que foram utilizados em sala, respondendo questões prévias e tomando as notas de aula antecipadamente.

Dessa forma, na sala de aula os estudos conceituais são direcionados a partir dos passos descritos na fundamentação teórica, ficando também para casa a resolução de problemas. Entretanto, após a aplicação da *Peer Instruction* ainda em sala, ele incentiva os alunos a resolverem problemas, considerando que o formalismo da Física é importante para a formação dos alunos (MATTAR, 2017).

Em nossa pesquisa, utilizamos a *Peer Instruction* em uma aula experimental no laboratório para desenvolver os conteúdos de processos de eletrização, materiais isolantes e condutores. Como já havíamos trabalhado parte desse assunto em aulas anteriores, também por meio de uma aula expositiva dialogada, direcionamos a leitura prévia de textos como tarefa, conforme orientação para a implementação dessa estratégia.

No **Quadro 7**, situado na página seguinte, descrevemos a aplicação dessa estratégia com o intuito de facilitar a compreensão quanto à realização da aula experimental baseada na *Peer Instruction*:

Quadro 7 - Experimento de Van de Graaff



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Campus CAMPO MOURÃO
Disciplina de Física 3 - Prof. Michel Corci



ATIVIDADE PARA AULA DE LABORATÓRIO

Público Alvo: Alunos da disciplina de Física 3, turmas de Engenharia Eletrônica;

Duração: Duas aulas

Objetivo Geral: proporcionar condições favoráveis para que os alunos compreendam e apliquem os conceitos de processos de eletrização a partir do método *Peer Instruction*.

Objetivos Específicos:

- Proporcionar um trabalho em grupo;
- Estimular o debate em sala de aula;
- Utilizar uma metodologia de aula diferente da tradicional.

Desenvolvimento

- O professor solicita a participação voluntária de uma aluna da turma.
- Em seguida coloca essa aluna sobre uma base de madeira e com as duas mãos fixas na esfera metálica do gerador de Van de Graaff, liga o gerador e pede que a turma se atente para o que vai acontecer.
- Após concluída esta etapa inicial da aula o professor deixa um gerador de Van de Graaff em cada bancada e pede que os alunos mexam à vontade no gerador (podendo desmontar as partes encaixadas, ligar novamente) e em seguida descrevam fisicamente o princípio físico de funcionamento do mesmo. Para esse momento os alunos podem consultar apenas os colegas de grupo, não sendo permitido pesquisa na internet.
- Após descreverem o princípio físico o professor solicita que um integrante de cada grupo leia a explicação do seu grupo para o questionamento. Após cada grupo explicar para a turma o funcionamento do gerador percebe-se que existem explicações distintas na turma. Então o professor coloca dois grupos com explicações distintas para dialogar e um grupo tem um tempo para convencer o outro de que sua explicação é a mais correta, e vice versa.
- Para finalizar, o professor pede que cada grupo utilize o celular e procure na internet (em sites confiáveis) uma possível explicação para o funcionamento do gerador e por fim comparem com a explicação que consideraram a mais correta.
- Todo esse processo deve ser registrado pelos alunos.

Referências

MAZUR, Eric. *Mazur Group*. Disponível em: <http://mazur.harvard.edu/research/detailspage.php?rowid=8>. Acesso em: 13 ago. 2020.

MAZUR, E.; **Peer Instruction: A User's Manual**; Pearson Prentice Hall; Upper Saddle River; New Jersey; USA; 1997.

Fonte: o autor, 2020.

Inicialmente foi realizada uma discussão de cerca de 7 minutos para debater sobre os assuntos que foram disponibilizados como material de leitura para casa, principalmente os pontos que os alunos tomaram notas e restavam dúvidas. Em seguida, as equipes se reuniram

em bancadas diferentes e solicitamos que uma aluna participasse da atividade experimental inicial conforme descrito no roteiro do **Quadro 7**.

Por meio da **Imagem 4** é possível verificar um dos momentos em que realizamos esse procedimento com o gerador de Van de Graaff e os demais alunos ficaram observando os efeitos sobre o corpo da participante, para que posteriormente pudessem elencar as possíveis explicações para este fenômeno. Durante a demonstração fizemos alguns questionamentos na busca de instigar os participantes sobre o fenômeno físico que estava ocorrendo, dessa forma, foram levantadas diversas hipóteses, que posteriormente foram discutidas entre os participantes das equipes:

Imagem 4 - Momento de demonstração experimental



Fonte: arquivo do autor, 2020.

Após esse momento, cada uma das equipes em sua bancada pôde manusear um gerador que estava disponível, visando atribuir respostas aos conceitos que solicitamos. Foi nesse momento que houve grandes discussões, porque além de não poderem consultar materiais e fontes extras, os alunos deveriam discutir o funcionamento do equipamento utilizando de conceitos físicos, tentando convencer seus pares de equipe, de modo que chegassem a um ponto de vista comum e que por eles seria julgado como correto. Em seguida, cada uma das equipes escreveu os resultados de suas discussões em uma folha, não sendo permitido a troca de informações entre elas.

O momento de discussão e explicações se tornou importante porque os alunos possuem uma linguagem acessível, favorecendo com que seus pares aprendam de uma maneira mais eficiente, conforme pode ser observado na **Imagem 5a**, onde uma equipe discutia sobre o funcionamento do gerador de Van de Graaff. As explicações quando realizadas pelos próprios pares, pode até ser mais eficientes do que as realizadas pelo professor, pois este muitas vezes utiliza de argumentos e termos muito técnicos devido ao seu conhecimento mais elaborado.

Na **Imagem 5b** é possível observar alguns momentos que ocorreram as discussões, com alunos tentando convencer seus colegas acerca de suas respostas, utilizando os argumentos dos seus conhecimentos prévios. Esses momentos, segundo Mazur (2015), são o ápice da *Peer Instruction*, porque possibilita[m] que os alunos aprendam uns com os outros, exercendo o papel de instrutores ou professores (FILATRO; CAVALCANTI, 2018).

Além disso, foi possível desenvolver nos participantes a capacidade de liderança, habilidade de negociação e convencimento. Estas características são muito valorizadas para qualquer profissional, emergindo os elementos necessários da categoria b, porque “a aprendizagem ativa ajuda a movimentar a informação da memória de curto prazo para a de longo prazo” (MATTAR, 2017, p. 46).

Imagem 5 - Momento de discussão entre pares



Fonte: arquivo do autor, 2020.

Após a discussão, e estando em comum acordo com relação ao fenômeno físico analisado, cada uma das equipes descreveu em uma folha de papel suas respostas, porém, ainda não poderiam se comunicar com membros de outras equipes. Em seguida, um integrante de cada equipe apresentou as explicações físicas para o grande grupo, pois esse tipo de atividade visa “a construção coletiva do conhecimento por meio de uma troca constante de informações, de pontos de vista e de questionamentos para resoluções de questões” (CAMARGO; DAROS, 2018, p. 91).

No final das apresentações percebemos que havia diferentes explicações para um mesmo fenômeno físico, então, escolhemos duas equipes com ideias distintas para defender suas conclusões e convencer os demais de que as suas respostas seriam corretas. Esse momento foi bastante acalorado, havendo muitos debates fundamentados em argumentos científicos, porém, ainda repleto de ideias e conceitos de senso comum.

Após esse momento, solicitamos aos demais alunos da sala que elegessem qual das respostas julgaram a mais correta diante dos argumentos utilizados na *Peer Instruction*. Verificamos que mais de 70% dos participantes optou por uma das respostas, assim, prosseguimos com o conteúdo após uma breve explicação de aprofundamento realizada pelo professor regente.

Ainda visando que os alunos permanecessem com atitudes investigativas, ao invés de confirmar ou contradizer as respostas das equipes que estiveram em debate, pedimos para que todas as equipes fossem buscar na internet as possíveis soluções físicas para o funcionamento do gerador de Van de Graaff. Para isso, indicamos alguns sites de universidades e de periódicos para a realização deste procedimento dentro da atividade, para que pudessem comparar a resposta escolhida com a teoria, analisando os pontos convergentes e divergentes.

Por meio da descrição do desenvolvimento desta aula experimental, é possível perceber que nós não utilizamos todos os passos ou etapas da *Peer Instruction*, mas estimulamos a ocorrência da discussão entre os pares, sendo essa a etapa mais valorizada dessa estratégia ativa, segundo Mazur (2015).

Neste sentido, trouxemos a seguir as respostas obtidas pelos alunos por meio da *Peer Instruction*, onde é possível observar, por meio dos registros, a busca da construção dos saberes curriculares relativos à eletricidade a partir dos processos de eletrização, de acordo com os critérios estabelecidos para a categoria a. Como tivemos um total de 8 equipes, optamos por apresentar três explicações dos alunos que corroboram com esta categoria.

Nas **Imagens 6 e 7** podemos verificar os resultados obtidos antes da *Peer Instruction* por duas das equipes. Apesar de apresentarem conhecimentos válidos em um primeiro momento, ainda percebemos que os alunos apresentaram algumas inconsistências em suas respostas. Entretanto, elas foram embasadas nos seus conhecimentos prévios, diferenciando-os progressivamente porque incorporaram conceitos corretos, ou seja, estava ocorrendo um rearranjo na estrutura cognitiva dos aprendizes:

Imagem 6 - Primeira explicação dos alunos A1, A2, A11 e A12

Durante a experiência a equipe chegou a conclusão que a eletrização acontece de duas formas, por atrito e por contato, a borracha tem como função entrar em contato com todos os outros corpos, os eletrizando e organizando a configuração de cargas positivas e negativas na parte inferior e superior respectivamente, como a polarização, quando aproximamos o bastão com uma determinada carga da esfera com carga oposta, nos e assim fechando um circuito, e por isso é possível observar um arco elétrico.

Fonte: arquivo do autor, 2020.

A resposta apresentada na **Imagem 7** também caminha na direção de elementos corretos, entretanto, notamos algumas informações desconexas, mas que indicam uma reorganização das ideias a partir dos subsunçores que os aprendizes possuíam:

Imagem 7 - primeira explicação dos alunos A13, A18 e A19

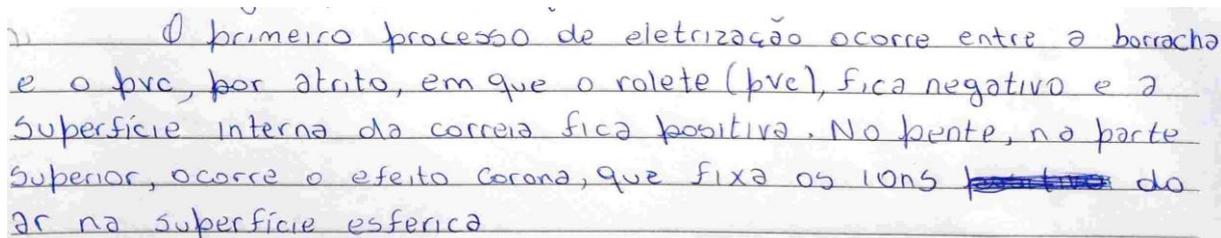
A borracha que se move por estar acoplada ao eixo do motor, entra em atrito com as presilhas de metal eletrizando a tampa do equipamento, em consequência a bola que está em contato com o gerador, deixando-a eletrizada. Por contato da pessoa com a bola, ela se eletriza deixando as cargas do cabelo com o mesmo sinal, causando o efeito de afastamento dos fios de cabelo.

Fonte: arquivo dos autores, 2020.

Analisando as respostas anteriores, elas já apresentavam elementos que mostravam um conhecimento construído, mas que ainda precisava ser melhor sintetizado, para que pudesse vir a se tornar científico.

Após a implementação da *Peer Instruction*, percebemos que as respostas dadas por essas mesmas equipes se tornaram mais objetivas, com os conceitos físicos organizados e estando de acordo com os objetivos do desenvolvimento desta metodologia ativa. As respostas que constam nas **Imagens 8 e 9**, também apresentam os elementos necessários da categoria a, que é fundamental para uma aprendizagem mais duradoura:

Imagem 8 - Resposta final da equipe composta pelos alunos A1, A2, A11 e A12

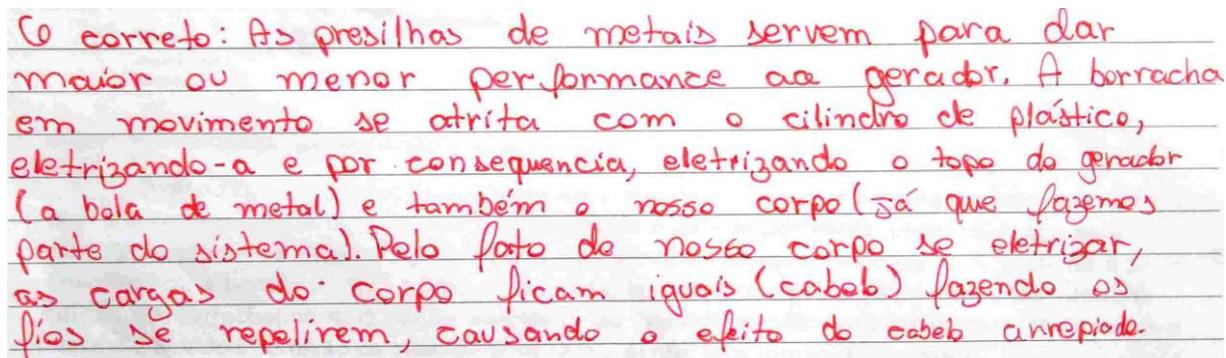


O primeiro processo de eletrização ocorre entre a borracha e o PVC, por atrito, em que o rolete (PVC), fica negativo e a superfície interna da correia fica positiva. No pente, na parte superior, ocorre o efeito corona, que fixa os íons ~~positivos~~ do ar na superfície esférica.

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Ao compararmos as respostas dos mesmos grupos, entre o momento inicial e final, percebemos um enriquecimento nos argumentos e, ao mesmo tempo, uma melhor organização das respostas, indicando que as discussões ocorridas entre os pares favorecem também o desenvolvimento da capacidade de síntese entre os participantes. É neste sentido que Mazur (2015) defende a implementação da *Peer Instruction*, pois, além de ela favorecer o ganho de conhecimento, também auxilia para o desenvolvimento de outras competências e habilidades que são necessárias para estes profissionais:

Imagem 9 - Resposta final da equipe composta pelos alunos A13, A18 e A19



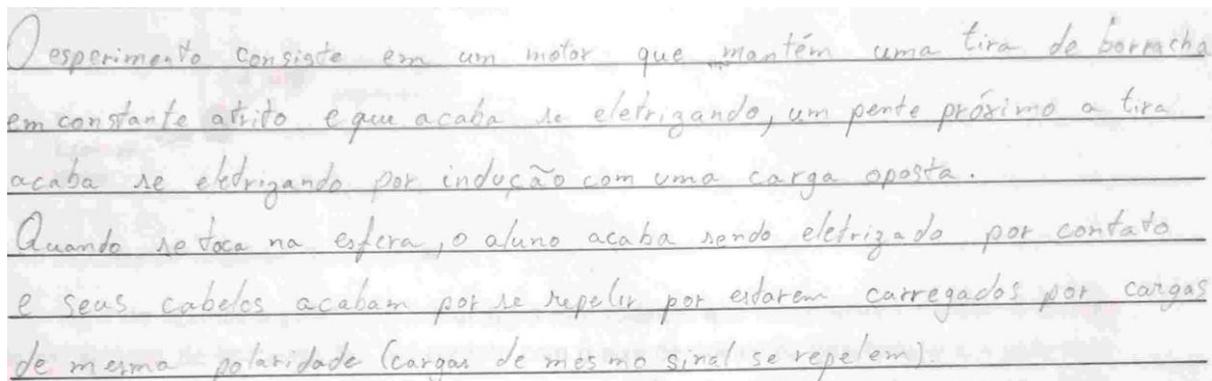
O correto: As presilhas de metais servem para dar maior ou menor performance ao gerador. A borracha em movimento se atrita com o cilindro de plástico, eletrizando-a e por consequência, eletrizando o topo do gerador (a bola de metal) e também o nosso corpo (já que fazemos parte do sistema). Pelo fato de nosso corpo se eletrizar, as cargas do corpo ficam iguais (cabeça) fazendo os fios se repelirem, causando o efeito do cabeço arrepiado.

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Notamos, então, por meio da resposta final, uma maior capacidade de síntese, algo que é inerente a qualquer situação de um maior desenvolvimento cognitivo, levando a uma Aprendizagem Significativa.

A resposta da equipe composta pelos alunos A8, A11 e A18 também converge com a categoria a, mencionada anteriormente, podendo ser constatado por meio da resposta apresentada na **Imagem 10**:

Imagem 10 - Explicação dos alunos A8, A11 e A18



O experimento consiste em um motor que mantém uma tira de borracha em constante atrito e que acaba se eletrizando, um pente próximo a tira acaba se eletrizando por indução com uma carga oposta. Quando se toca na esfera, o aluno acaba sendo eletrizado por contato e seus cabelos acabam por se repelir por estarem carregados por cargas de mesma polaridade (cargas de mesmo sinal se repelem).

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Por meio das respostas das **Imagens 8, 9 e 10**, foi possível identificar os elementos necessários para a compreensão do funcionamento do gerador de Van de Graaff de uma maneira clara e objetiva. Essa melhor organização das ideias ocorreu na medida em que os aprendizes se familiarizaram com os conceitos abordados depois de tê-los compreendidos, expandindo a aplicação dos seus novos conhecimentos agregados, ou seja, é o momento em que pode estar acontecendo a reconciliação integradora.

Segundo Moreira (2012), a reconciliação integradora ou integrativa se trata de um processo dinâmico da estrutura cognitiva, que ocorre simultaneamente à diferenciação progressiva, eliminando as diferenças aparentes, resolvendo as inconsistências, integrando novos significados e fazendo superordenações (MOREIRA, 2012).

Ao passar por todo esse processo, os aprendizes chegaram na aula munidos de parte dos conhecimentos necessários, e que foram sendo aprofundados pelas discussões com seus pares, sendo atendidos prontamente nos momentos em que as dúvidas surgiram. Dessa forma, ganhamos tempo, desenvolvemos a atividade experimental estimulando as ações ativas, de modo que todos fossem imersos em um contexto que requereu o protagonismo do estudante, levando-o aos indicativos em que pudemos inferir a ocorrência de Aprendizagem Significativa.

4.1.4 Análise da ABPr

Partindo da definição de que a ABPr é “uma estratégia em que os estudantes trabalham com o objetivo de solucionar um problema” (GIL, 2017, p. 175), nesta subseção apresentamos e discutimos os dados referentes à aplicação desta metodologia ativa para o ensino do conceito físico de eletrodinâmica como uma atividade prática desenvolvida durante duas aulas no laboratório de Física.

Segundo Gil (2017), essa estratégia de ensino é centrada no estudante, na qual ele deixa de ser receptor passivo, assumindo o papel de agente ativo e principal responsável pelo seu aprendizado, cabendo ao professor agir como facilitador, auxiliando no trabalho dos estudantes. Neste sentido, trabalhamos na tutoria dos alunos, indicando meios e recursos de aprendizado que os auxiliasse a resolver o problema proposto.

Para o desenvolvimento da prática, propomos uma situação-problema, conforme descrito no **Quadro 8**, após o desenvolvimento do conteúdo de eletrodinâmica em sala de aula de modo expositivo e dialogado.

Quadro 8 - Problema Utilizado para o ensino de Eletrodinâmica

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Campus CAMPO MOURÃO Disciplina de Física 3 - Prof. Michel Corci</p>	
<p>ATIVIDADE DE LABORATÓRIO DE FÍSICA 3</p>		
<p>Em indústrias é comum a utilização de tanques encamisados para aquecimento do líquido contido no tanque. Nesses tanques, há envolto uma espécie de camisa térmica preenchido com água junto a uma resistência térmica, conhecida também por serpentina, que promove o aquecimento da água. Essa camisa térmica do tanque não está em contato direto com o tanque, ou seja, trata-se de um sistema fechado, que não permite a mistura da água com o conteúdo presente no tanque. O sistema deste tipo de tanque é demonstrado na figura a seguir, em que a parte alaranjada representa a camisa de aquecimento por onde circula a água quente.</p>		
		
<p>Continua na página seguinte</p>		

Num determinado dia de produção, a serpentina de aquecimento parou de funcionar. O conteúdo presente neste tanque trata-se de um produto de alto valor agregado, que está sendo produzido por enzimas extremamente sensíveis a variações na temperatura. O Engenheiro electricista foi contactado para resolver o problema, a fim de evitar uma grande perda de produção. O mesmo verificou que na empresa não havia "resistência de aquecimento" para a troca. Ao desmontar a base do tanque, verificou que a resistência havia se rompido em uma das extremidades.

Com um artifício técnico seria possível religar o tanque alterando a posição da entrada de energia na resistência. O novo funcionamento se daria com a retirada de cerca de 1/4 do comprimento total da "resistência de aquecimento" e ligando novamente o pedaço restante ao conector. Considere que o valor original da potência da resistência de aquecimento era 4500W e que a variação da resistividade da "resistência de aquecimento" com a temperatura é insignificante. Discuta os pontos descritos a seguir:

- a) Qual é o problema que o Engenheiro precisa resolver?
- b) Descreva detalhadamente o que e como o Engenheiro deve fazer para resolver tal problema.

Disponível em:

<https://pir2.forumeiros.com/t134339-potencia-da-serpentina> acesso em: 03 mar. 2019.

Fonte: o autor, 2020.

Hodson (1994) ressalta que, para uma atividade ser considerada prática, ela não necessariamente precisa ser experimental e ocorrer em laboratório. Ele defende que esse tipo de atividade pode alcançar os mesmos objetivos utilizando estratégias por meio do uso de simuladores, demonstrações, Estudos de Caso, atividades de registro, representação de papéis, testes escritos, estudo em biblioteca entre outros, desde que coloquem os alunos em situações ativas de aprendizagem, portanto, consideramos que a APBr por nós desenvolvida se encontrava nesse contexto.

Desta forma, iniciamos a aula no espaço do laboratório de Física com um grupo de 25 participantes, os mesmos estavam organizados em equipes compostas por 2, 3 e 4 integrantes. Para o desenvolvimento da APBr, procuramos seguir os sete passos que norteiam o desenvolvimento dessa estratégia conforme vários autores (FILATRO; CAVALCANTI, 2018; SOARES *et al.*, 2018; GIL, 2017).

Pesquisadores (FILATRO; CAVALCANTI, 2018; SOARES *et al.*, 2018; MATTAR, 2018) sugerem que essa etapa deve ocorrer com as equipes variando entre 8 a 15 integrantes, e cada equipe deve escolher entre eles um secretário responsável pelos registros das ideias e recursos utilizados e um coordenador para gerenciar tempo, engajar a equipe, manter a dinâmica e controlar o tempo. Não realizamos o procedimento desta forma, porque as equipes as equipes participantes eram compostas por poucos membros, pelo fato da turma não ser numerosa.

O primeiro passo ocorreu quando apresentamos o problema elaborado - conforme transcrito no **Quadro 8** - por meio de leitura e, em seguida, os alunos procuraram em suas equipes esclarecer os termos desconhecidos e, aqueles que não foram compreendidos, tiveram que ser incluídos entre os objetivos de aprendizagem.

Em seguida, no segundo passo, os participantes identificaram o problema proposto, sem se preocupar com os motivos ou os possíveis diagnósticos. Na **Imagem 11** registramos esse momento da turma em que ocorreram as discussões a partir dos conhecimentos prévios que cada estudante possuía, na busca de elementos para a solução física do problema apresentado. Ressaltamos que os conceitos de eletrodinâmica já estavam sendo trabalhados nas aulas de laboratório semanalmente.

Nesse momento não foi permitido a troca de informações entre diferentes equipes, pois a ideia era estimular as discussões iniciais entre os participantes, para que pudessemos estimulá-los a resgatar seus subsunçores e utilizá-los como ponto de partida na busca de soluções físicas ao problema apresentado. Esse passo é importante para que o aprendiz identifique o que sabe ou não sobre o assunto, para que posteriormente planeje as ações que deverão ser realizadas:

Imagem 11 - Momentos da identificação do problema proposto



Fonte: arquivo do autor, 2020.

Portanto, nesse passo os alunos identificaram que se tratava de um problema com a resistência elétrica que aquecia o tanque, mas que não poderia sofrer grandes variações de temperatura, para que não ocorresse a perda do material que estava em processo.

No terceiro passo eles discutiram os possíveis encaminhamentos para a solução dessa situação-problema a partir de seus conhecimentos prévios (subsunçores), que são elementos essenciais da Aprendizagem Significativa. Nesse momento ocorreu a primeira situação tutorial mediada pelo professor, na qual os participantes apresentavam suas ideias e ouviam os colegas, que levaram as discussões necessárias para o aprendizado em conjunto (SOARES *et al.*, 2018).

A partir das discussões, no quarto passo os alunos listaram resumidamente os problemas identificados, os seus conhecimentos e as informações, levantando as possíveis hipóteses que solucionaria a questão. Em nossa prática, essa solução consistia no conserto da resistência elétrica da manta do tanque, sem que ocorressem grandes variações de temperatura. Isso demandaria, a princípio conhecimentos físicos relacionados à eletrodinâmica.

No quinto passo foram identificados os pontos que deveriam ser esclarecidos, de modo que formasse o conjunto de assuntos ou temas que necessitariam ser estudados para solucionar o problema levantado. Nesse momento cada uma das equipes formulou suas questões de estudo e os objetivos que deveriam ser alcançados, se concentrando nos pontos mais relevantes para serem estudados no aprofundamento das hipóteses.

Logo após, no sexto passo, os alunos foram orientados a buscar informações individuais para a solução do problema em diversas fontes, tais como a biblioteca, materiais de apoio em laboratório e sites na Internet. Dado o tempo necessário, eles se reuniram novamente para compartilhar as informações coletadas e promover uma nova discussão no grupo, bem como negociar as possíveis alternativas corretas.

Finalmente, no sétimo passo realizamos uma nova sessão tutorial, de modo que os alunos integraram suas informações coletadas e identificaram o que poderia ser útil para solucionar a situação-problema. Nesse momento eles tiveram certo tempo para transcrever as soluções e, posteriormente, um integrante de cada equipe as apresentou para toda a turma, embasando-as em conhecimentos técnicos e científicos.

O momento de discussão para organização das ideias pode ser verificado na **Imagem 12**, onde podemos verificar a ocorrência de debate para se chegar a um consenso por equipe e definir uma possível solução, que posteriormente seria apresentada por toda a turma. Esse passo é muito valorizado na ABPr, porque o aprendiz deverá utilizar sua capacidade de síntese, habilidade para negociar e convencer os demais colegas da equipe para a formulação de uma única resposta:

Imagem 12 - Momento da definição da solução para o problema

Fonte: arquivo do autor, 2020.

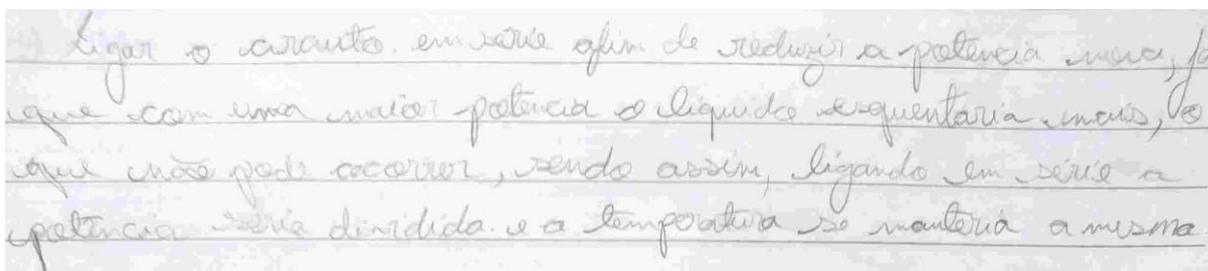
Por meio do desenvolvimento da APBr, com seus sete passos, constatamos que todas as equipes se engajaram para apontar a solução ao problema proposto. Dessa forma, as respostas apresentadas no relatório final da atividade apresentaram 100% de eficácia para a primeira questão, isso porque todas as equipes identificaram corretamente o problema a ser resolvido pelo engenheiro, isto é, nesse momento foram constatados elementos inferentes à categoria a.

Durante a implementação dessa prática na aula, procuramos manter o fluxo das discussões, estimulando cada uma das equipes a levantar as suas hipóteses por meio de perguntas instigantes, mas sem dar respostas aos alunos. No entanto, buscamos os prover com informações, principalmente quando detectávamos possíveis erros, sempre observando os pontos positivos e negativos nas discussões, para posteriormente dar feedbacks sobre o método utilizado, conforme orientado por Soares *et al.* (2018).

Isso ocorreu porque, para nós, era mais importante verificar quais as possíveis soluções apresentadas pelos alunos para a resolução da situação-problema, utilizando o conhecimento estudado e possivelmente agregado a sua estrutura cognitiva.

A seguir apresentamos algumas das possíveis soluções transcritas e que foram apresentadas no final da implementação da atividade onde os alunos indicam ter desenvolvido os saberes curriculares relativos à eletricidade, conforme a categoria a. Na **Imagem 13** trouxemos uma resposta dada por um grupo de alunos, que apesar de trazer elementos que indicassem que estaria correta, não foi o suficiente para sanar o problema da resistência elétrica:

Imagem 13 - Solução apresentada pelos alunos A14, A15, A22 e 25



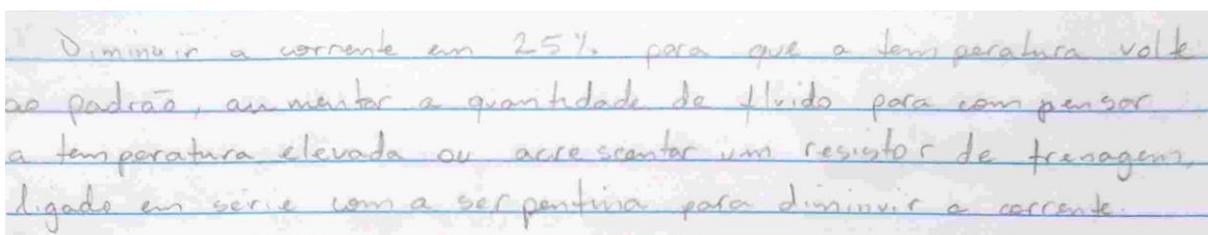
Ligar o circuito, em série afim de reduzir a potência inicial, já que com uma maior potência o líquido esquentaria mais, o que não pode ocorrer, sendo assim, ligando em série a potência será dividida e a temperatura se manterá a mesma.

Fonte: arquivos do autor, 2020.

A resposta anterior envolveu conceitos de eletrodinâmica e Leis de Kirchhoff, sendo uma solução ao problema apresentado, apesar de não estar totalmente completa ao nosso ver, mas que após algumas intervenções poderia ser reelaborada e reconstruída da maneira correta. Esse processo é muito importante na ABPr, que as soluções sejam construídas e reconstruídas na medida que as respostas são apresentadas, por isso é necessário o professor estar atento no desenvolvimento de cada uma das etapas e intervir quando achar necessário.

Já na **Imagem 14**, apresentamos uma outra solução que envolveu os mesmos conhecimentos, porém, descrita de uma forma diferente, mas que demonstra a aplicação na prática dos conceitos de Física:

Imagem 14 - Solução apresentada pelos alunos A3, A6, A7 e A26



Diminuir a corrente em 25% para que a temperatura volte ao padrão, ou diminuir a quantidade de fluido para compensar a temperatura elevada ou acrescentar um resistor de fusagem, ligado em série com a serpentina para diminuir a corrente.

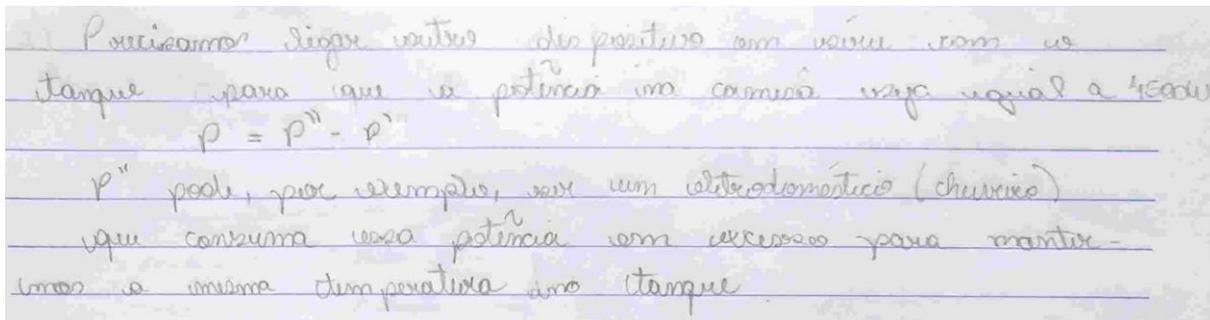
Fonte: arquivos do autor, 2020.

Essa resposta trouxe uma quantidade maior de argumentos para a solução do problema apresentado, de modo que pensaram em um sistema de proporção de corrente elétrica ou de material envolvido. Utilizando esse sistema, haveria a compensação para que não ocorressem mudanças significativas na corrente elétrica e não haver perda do produto que estaria em processo de fermentação.

Na **Imagem 15**, os alunos apresentam uma possível solução utilizando uma escrita voltada para o estudo da Física e também citam um exemplo de eletrodoméstico comum que

poderia fornecer a resistência e manter a temperatura do ambiente, preservando assim o material momentaneamente:

Imagem 15 - Solução apresentada pelos alunos A20, A21 e A28



Fonte: arquivos do autor, 2020.

A solução anterior demonstrou um maior domínio dos conhecimentos físicos para que o problema fosse resolvido, inclusive utilizando um material de fácil acesso, que é importante em situações que demandam ações rápidas e aplicáveis num contexto real.

Por meio das respostas constantes nas **Imagens 14** e **15**, é possível constatar que os alunos chegaram em soluções para a situação-problema valendo-se de conceitos físicos implementados por meio da atividade prática. Desta forma, consideramos que as respostas transcritas confirmam a viabilidade quanto ao uso da ABPr no ensino de Física, porque esses grupos de alunos resolveram a situação proposta por meios dos conceitos essenciais de eletrodinâmica.

Isso demonstra que estes alunos foram atribuindo novos significados aos seus subsunçores, diferenciando-os progressivamente na medida em que utilizaram os conceitos físicos corretos, que estavam retidos em suas estruturas cognitivas. As discussões durante o trabalho em equipe favoreceram também com que estes subsunçores pudessem ser modificados, havendo a inferência de elementos da reconciliação integradora.

Para a composição da resposta a seguir, mostrada na **Imagem 16**, a equipe não utilizou propriamente os conceitos de eletrodinâmica, mas apresentou um caminho correto ao relacionar o equilíbrio térmico com o aumento proporcional de massa, utilizando os conceitos de calorimetria. Esse não era o foco da APBr dessa aula, mas foi importante porque não existe um único caminho e meio para chegar à solução do problema, principalmente se isso ocorrer no ambiente de trabalho do futuro engenheiro:

Imagem 16 - Solução apresentada pelos alunos A8 e A10

Aumentar a massa do líquido dentro do tanque em $\frac{1}{3}$.

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = mc \Delta T \rightarrow P_i = \frac{m_i c \Delta T}{\Delta t} = \frac{4}{3} \frac{m_i c \Delta T}{\Delta t}$$

$$P_i = \frac{m_i c \Delta T}{\Delta t}$$

$$P_f = \frac{4}{3} P_i = \frac{4}{3} \frac{m_i c \Delta T}{\Delta t}$$

A Potência e a massa são proporcionais.

Fonte: arquivos do autor, 2020.

Ao utilizar os conceitos de calorimetria, esse grupo buscou outros conhecimentos prévios, que também podem ser utilizados para a tal solução, demonstrando outros saberes curriculares de Física (categoria a), mas que não necessariamente se tratava de eletrodinâmica.

As respostas constantes nas **Imagens 17** e **18** apresentaram soluções ligadas à manutenção preventiva do equipamento/tanque, isto é, não estavam em conformidade com os saberes almejados na categoria a. Entretanto, nelas identificamos elementos que valorizavam as ações no processo, ou seja, elementos da categoria b, porque em um ambiente real de trabalho, o futuro profissional de Engenharia Eletrônica deverá agir proativamente na prevenção e manutenção dos equipamentos e estoques:

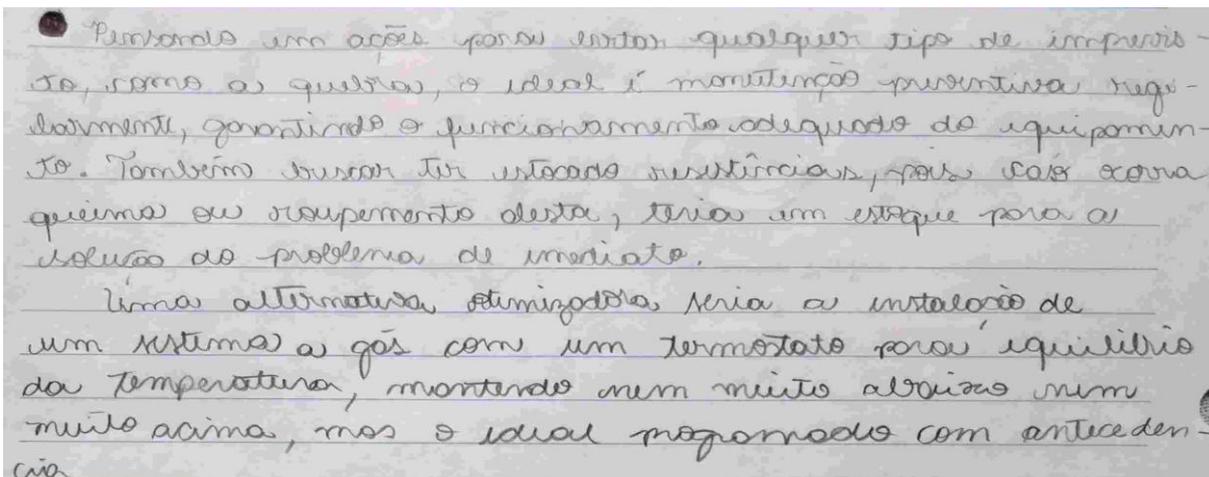
Imagem 17 - Solução apresentada pelos alunos A1, A2, A10 e A11

Para evitar e minimizar tal problema é preciso ter uma manutenção preventiva periodicamente evitando assim problemas futuros. Mas, mesmo com as manutenções problemas podem ocorrer, por isso é sempre importante ter o material reserva para a substituição rápida.

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Mesmo que a solução apresentada não tenha sido fisicamente correta, a busca por uma solução a esse problema motivou estes alunos a pensarem em diversas possibilidades, além da comunicação com seus colegas e desenvolvimento de habilidades para trabalhar em equipe, negociar e tomar decisões. Esses fatores também são importantes para esse profissional, porque o mercado de trabalho exigirá muito mais do que conhecimento técnicos:

Imagem 18 - Solução apresentada pelos alunos A4, A5, A15 e A17



Fonte: arquivo do autor, 2020.

Fisicamente falando, as soluções mostradas nas **Imagens 17 e 18** não estariam ligadas diretamente com os conceitos de eletrodinâmica que almejamos desenvolver com os alunos, entretanto, suas respostas foram consideradas válidas na medida em que eles pensaram no ambiente de trabalho e sua dinâmica, havendo preocupação quanto ao planejamento preventivo. Essa não seria uma maneira prudente de resolver a situação-problema proposta, mas em uma situação real, impediria que ocorressem tais defeitos no sistema de aquecimento.

Segundo Gil (2017), em geral a ABPr é considerada mais efetiva quando envolve todo o currículo de um curso, desde que se aplique as técnicas e métodos pertinentes. Porém, ele afirma que no âmbito de uma disciplina, apesar de suas limitações, ela se caracteriza como uma estratégia de ensino, o que valoriza a sua implementação quando a desenvolvemos em sala de aula.

Dentre os alunos participantes, tivemos duas equipes com dois integrantes que conseguiram identificar o problema inicial, mas não apresentaram resultado satisfatório em suas respostas na apresentação oral e na escrita. Possivelmente esse problema poderia ser minimizado se houvesse uma maior quantidade de tempo ou se tivessem composto uma única equipe.

Acreditamos que se eles tivessem se reunido em um único grupo maior, teriam mais elementos para serem discutidos, bem como levantariam uma maior quantidade de hipóteses e buscariam mais conhecimentos para saná-las. Mesmo assim, eles e os demais participantes se engajaram na proposta e trabalharam em equipe procurando compreender o assunto, visando transferir o conhecimento para uma situação prática, o que demonstra uma responsabilização pela própria aprendizagem, que é um dos pilares das metodologias ativas.

Segundo Gil (2017), esses fatos promovem um aprendizado de longa vida, pois a transferência de conhecimento para situações diferenciadas, na teoria de Ausubel é conhecida como reconciliação integradora, muito importante para a consolidação da Aprendizagem Significativa.

Na subseção 4.1.5 discutiremos a respeito do desenvolvimento da Sala de Aula Invertida que, associada com outras metodologias, pode contribuir com a aprendizagem autônoma, que em nosso caso foi desenvolvida para potencializar a compreensão dos conceitos de eletromagnetismo.

4.1.5 Análise da Sala de Aula Invertida

Retomando as afirmações de Bergmann e Sams (2018), de que a Sala de Aula Invertida consiste em os alunos estudarem em casa o que antes se via em sala de aula e fazer em sala de aula o que antes levavam para casa, para isso, os aprendizes deveriam tomar nota das aulas, fazer algumas atividades e elencar dúvidas para serem sanadas pelos professores em sala de aula.

A Sala de Aula Invertida não se trata de uma técnica específica para se aplicar aos alunos, mas um conjunto de encaminhamentos que visam suprir os alunos para um estudo antes, durante e depois da aula. O que podemos afirmar é que neste modelo invertido de aprendizado, o que não se faz é ficar apresentando conteúdos e informações em sala como no modelo tradicional, pois isso o aluno pode ter acesso nas mais diversas fontes, ainda mais com o advento das TICs na educação.

No entanto, em sala de aula o aprendiz deve ser envolvido em um conjunto de estratégias que o leve a ser o agente ativo de sua formação por meio do desenvolvimento dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998). Nas subseções anteriores, em diversos momentos apresentamos estratégias que, de forma direta ou indireta, valeram-se de elementos da Sala de Aula Invertida.

Esse processo favoreceu com que os alunos fossem gradativamente se familiarizando com o uso dessa estratégia ao longo do curso, porque recebiam materiais para serem estudados previamente, sempre anterior a explicação dos conteúdos. Dessa forma, ao chegarem em sala de aula já teriam noções dos assuntos que seriam tratados, pontos

compreendidos, dúvidas e conteúdos que mereceriam mais atenção deles e explicações do professor.

Porém, especificamente nesta subseção utilizamos a Sala de Aula Invertida para desenvolver e ensinar os conteúdos relacionados a lei de Gauss, ressaltando que fizemos uma adaptação para essa estratégia ativa que, segundo Mattar (2017) não é comum o seu uso para o ensino de ciências exatas.

Bergmann e Sams (2018) criaram junto a seus alunos a cultura de assistir aulas e estudar o material em casa. Em nosso caso, como tínhamos três aulas seguidas, propusemos que os aprendizes revisassem o estudo do material em sala na primeira aula, visto que estávamos tentando desenvolver nos aprendizes a cultura de estudar o capítulo em casa antes de vir para a aula. Neste sentido, parte dos alunos já chegaram em sala munidos de informação e nos foram questionando sobre alguns pontos que não haviam compreendido durante os estudos prévios.

Essa ação também foi importante para que fossemos identificando os participantes que haviam realizados estudo do material, indicando que a necessidade de uma cobrança maior quanto ao comprometimento de outros que ainda estavam um pouco abaixo do esperado naquele momento.

A descrição do roteiro desta atividade que foi desenvolvida em sala poder ser compreendida no **Quadro 9**, onde apresentamos um passo a passo da realização desta estratégia:

Quadro 9 - Roteiro de aula utilizando a Sala de Aula Invertida

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Campus CAMPO MOURÃO Disciplina de Física 3 - Prof. Michel Corci</p>	
<p>Atividade para aula de lei de Gauss</p>		
<p>Público-alvo: Alunos da disciplina de Física 3 para a Engenharia Duração: Três aulas</p>		
<p>Objetivo Geral: proporcionar condições favoráveis para que os alunos compreendam fisicamente o enunciado da lei de Gauss.</p>		
<p>Objetivos Específicos: Proporcionar um trabalho em grupo; estimular a leitura e interpretação de texto; utilizar uma metodologia de aula diferente da tradicional.</p>		
<p>Continua na página seguinte</p>		

Desenvolvimento

Inicialmente, o professor divide a turma em pequenos grupos, entrega o texto de apoio e solicita que façam a leitura e o fichamento individualmente (13h às 13h50), em seguida os grupos devem discutir o texto lido de forma a organizar as ideias, levantando os pontos principais do texto (13h50 às 14h20).

Após esta etapa concluída, o professor propõe um debate com a turma toda, onde cada grupo deve apresentar suas considerações sobre o texto. O professor deve estimular os alunos a apresentarem uma explicação física para a lei de Gauss (14h20 às 15h).

Ao término da discussão o professor deve formalizar os tópicos apresentados pelos grupos no quadro (sempre de forma dialogada) a fim de que os alunos consigam compreender a essência da lei de Gauss (15h às 15h30).

Avaliação

Para finalizar a atividade, solicita-se que os alunos respondam individualmente as questões abaixo:

1. Escreva a lei de Gauss para a eletricidade na forma integral. Interprete esta lei, detalhadamente, com suas próprias palavras. Use diagramas, desenhos, exemplos, se necessário. Fale tudo o que você sabe sobre esta lei.
2. Diga, inclusive, quais as principais dificuldades que você teve para entender esta lei.

Referência:

ARAÚJO, I. S.; MOREIRA, M. A. **Breve Introdução à Lei de Gauss para a Eletricidade e à Lei de Ampère-Maxwell**, coleção Textos de apoio ao professor de Física, V.22 n.1 2011.

Fonte: o autor, 2020.

Por meio do roteiro apresentado no **Quadro 9**, é possível perceber que o foco desta atividade foi direcionar os alunos para uma aprendizagem ativa, com debates, troca de ideias, negociações quanto ao entendimento dos conteúdos físicos estudados. É possível evidenciar a partir do roteiro que no primeiro momento os alunos precisam fazer o estudo do texto proposto, o que caracteriza nossa adaptação da Sala de Aula Invertida.

Para tanto, o processo de aprendizagem mais uma vez apresentou elementos da *Peer Instruction*, na qual os alunos com maior facilidade de compreensão puderam auxiliar os demais colegas de turma, com uma linguagem mais acessível, o que facilita o entendimento, principalmente para aqueles alunos que tinham maior dificuldade. Esses momentos foram importantes também para que pudéssemos identificar aqueles aprendizes com maior facilidade de compreensão dos conteúdos e que poderiam auxiliar os demais em outras atividades desenvolvidas em sala de aula.

Desta forma, durante as aulas ocorreu um grande destaque quanto aos elementos referentes à categoria b, pois as ações no processo avaliativo estavam sendo por nós observadas, principalmente nos momentos de discussões e nas nossas intervenções quando detectávamos inconsistências em relação ao conteúdo físico abordado. Isso ocorreu porque na Sala de Aula Invertida o professor não deve ocupar mais o centro de um dos lados da sala de aula, mas se movimentar de forma não linear por todo o espaço físico disponível (MATTAR, 2017).

Ao término dessa aula uma aluna nos chamou em seu grupo e relatou o seguinte:

“professor, o professor podia dar mais aulas assim desse jeito; foi a primeira aula no curso de Engenharia Eletrônica que eu realmente me senti importante pra aula” (Aluna A12).

Esse relato é muito significativo, pois a aprendizagem é uma via de mão dupla, e de acordo com Batista, Fusinato e Blini (2009), não podemos garantir que o encaminhamento metodológico escolhido levou o aluno a aprendizagem, mas permitiu que o ambiente de aprendizagem se tornasse diferente do tradicional, e que a aluna se sentisse motivada no processo, e entendemos que esse é o primeiro passo para que a Aprendizagem Significativa ocorra.

Outro ponto bastante ressaltado por Bergmann e Sams (2018) - e que vimos ocorrer na prática - foi respeitar a forma individual de trabalho de cada uma das equipes, considerando que cada uma delas desenvolveu estratégias particulares para procurar compreender conceitualmente o que fora solicitado. Dessa forma, na sala de aula os alunos foram convidados a abandonar a posição cognitiva de observadores passivos de informações e desenvolver uma metodologia ativa de ensino e aprendizagem (MATTAR, 2017).

Quanto às respostas obtidas, podemos ver na sequência que a categoria a emergiu, porque demonstram a compreensão dos saberes curriculares relativos à eletricidade, que nessa etapa envolvia os conceitos referentes à lei de Gauss.

Nas respostas apresentadas respectivamente nas **Imagens 19** e **20**, é possível identificar elementos que indicam a compreensão dos conteúdos físicos desenvolvidos via Sala de Aula Invertida:

Imagem 19 - Solução apresentada pelos alunos A4 para a questão

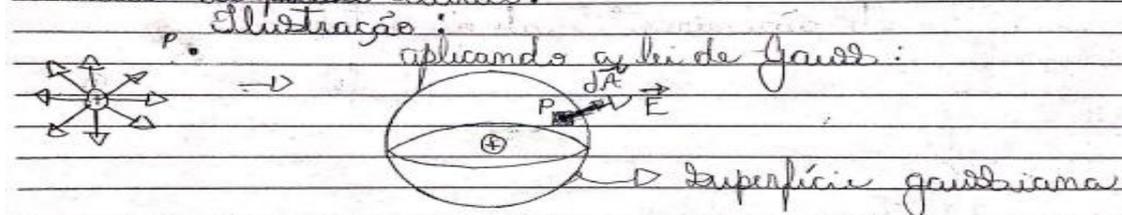
Lei de Gauss para a eletricidade na forma de integral:

$$\Phi_E = \oint_{\sigma} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$$

A lei de Gauss, utiliza-se de uma superfície imaginária (superfície gaussiana) na qual uma carga fica em seu interior (carga interna), gerando um campo elétrico que produz linhas de campo de afastamento (para carga positiva) ou linhas de campo de aproximação (carga interna negativa), as quais atravessam a superfície imaginária.

continua na página seguinte

Com essa transeira de linhas de campo, uma superfície, podemos calcular o fluxo elétrico (quantidade de linhas de campo que atravessam a superfície), ou seja, a lei de Gauss relaciona a carga interna dentro dessa superfície imaginária (que poderá ser um cilindro para um plano e uma esfera caso seja um ponto P), ao cálculo do fluxo elétrico.



Para estudar o fluxo elétrico, temos que utilizar um pedaço da área, onde uma linha de campo age e depois fazer o somatório de todos, por isso utilizamos a integral no cálculo do fluxo elétrico.

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Imagem 20 - Solução apresentada pelo aluno A21 para a questão

Lei de Gauss da eletricidade

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$$

Para entender a lei de Gauss é necessário compreender o conceito de fluxo elétrico, que são raios de incidência do campo elétrico que passam por uma unidade de área no plano e formam um vetor normal. Entre esses vetores perpendicular e o raio de incidência do campo elétrico forma um ângulo (θ).

$$\Phi_E = E \cdot dA \cdot \cos \theta$$

Para fazermos a aplicação da lei de Gauss, encontramos o fluxo elétrico, utilizamos a superfície gaussiana, ela é imaginária, mas sua representação nos ajuda a compreender melhor o problema. São utilizadas geralmente na representação a esfera e o cilindro, pois a superfície gaussiana deve ser simétrica.

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Ao analisarmos as repostas apresentadas nas **Imagens 19** e **20**, verificamos argumentos que satisfazem as perguntas apresentadas, com respostas pautadas em conceitos físicos. Neste sentido, a atividade da Sala de Aula Invertida se mostrou uma estratégia válida para o ensino de mais uma etapa de conceitos físicos do nosso curso, e que também ajudou os acadêmicos a desenvolverem algumas aptidões que foram necessárias durante a ABPj, conforme veremos na subseção seguinte.

4.1.6 Análise da ABPj

O projeto que desenvolvemos com os acadêmicos teve como objetivo proporcionar aos alunos momentos orientados de estudo e preparação de material didático de eletricidade, bem como a oportunidade de trabalhar os conteúdos de Física 3 com alunos da terceira série do EM. Para isso, trabalhamos durante as 03 aulas teóricas de cada semana com diversos recursos de ensino, tais como: textos envolvendo história da ciência, curtas apresentações de temas da aula, trabalho em pequenos grupos, aula dialogada, discussões, vídeos, simulações entre outros, e nas aulas práticas, que foram 02 por semana, as dividimos em três etapas.

Na primeira etapa, que durou cerca de 03 meses, ministramos aulas utilizando os equipamentos do laboratório nas aulas experimentais, a fim de desenvolver junto aos alunos as competências e as habilidades relacionadas à parte prática de Física 3 (ver **Quadro 4**). Os alunos realizaram todas as atividades de laboratório em pequenos grupos escolhidos desde o início da disciplina, visando potencializar o aprendizado por meio de aulas experimentais, bem como oferecer subsídios para a elaboração de materiais didáticos e realização de experimentos.

A segunda etapa foi realizada em paralelo com a primeira, porém fora da sala de aula, em um período extracurricular. Nesta, cada uma das equipes deveria elaborar um material didático prático de eletricidade básica (um roteiro para aula prática), contendo a teoria abordada, o objetivo da prática, os materiais, o procedimento de montagem, procedimento para coleta de dados e questões sobre o experimento.

Nossa orientação foi no sentido de que explicassem os conteúdos por meio de atividades experimentais, logo, eles tiveram que estudar novamente os temas de suas aulas, pesquisar formas de ensino e utilização de recursos didáticos para aulas experimentais de

Física. Todo o suporte para esta etapa foi dado aos alunos por nós sempre no período de contraturno.

Durante esse processo, orientamos quanto à busca de materiais, escolha e delimitação de conteúdo, preparo das atividades experimentais e na organização do roteiro para a aula prática, para o ensino de eletricidade no ensino médio, dando origem a um produto final com o desenvolvimento dessa proposta. Sabemos que quando uma pessoa se prepara para ensinar outra pessoa, o percentual de aprendizado chega a 85% segundo Dale (1969) apud Camargo (2018).

Para a terceira e última etapa recebemos um grupo 20 de alunos de um colégio estadual localizado no município de Peabiru-PR para um curso de eletricidade básica no laboratório de Física da UTFPR/CM. Esse curso teve duração de um mês e os encontros aconteceram nas sextas feiras no período da tarde, horário da aula de laboratório dos alunos da Engenharia.

Esse curso ofertado aos alunos da educação básica foi realizado durante o horário das aulas da Engenharia pelo fato de uma disponibilidade de horário dos acadêmicos, também porque o modo que planejamos e desenvolvemos a ABPj favoreceu com que houvesse ganho de tempo nas aulas experimentais, logo tivemos carga horária disponível no final do semestre. Optamos por esse formato de curso para que os acadêmicos pudessem se envolver e responsabilizar pelas atribuições que lhes foram destinadas, bem como aproveitar o espaço laboratorial e os equipamentos disponibilizados pela universidade.

Assim, de uma maneira experimental procuramos aproximar a universidade da comunidade, oferecendo aulas práticas de eletricidade a fim de resgatar os conhecimentos adquiridos pelos acadêmicos e também superar problemas na formação do estudante da educação básica relacionados aos conceitos básicos, falta de habilidades no manuseio de equipamentos e compreensão da física em atividades práticas.

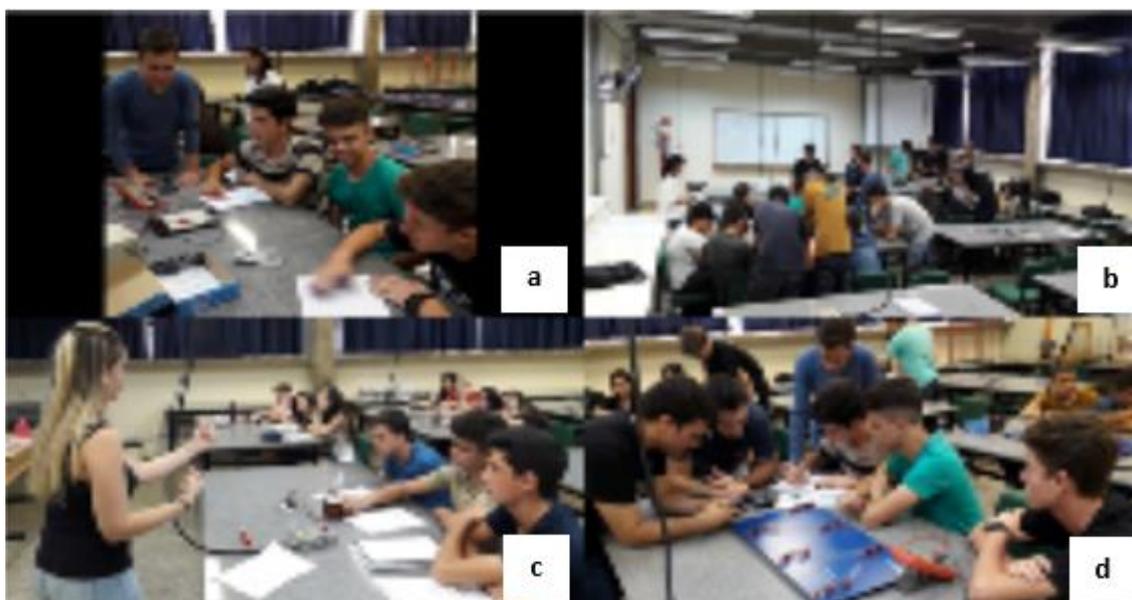
Com a ABPj direcionamos o processo de aprendizagem para os acadêmicos, atribuindo uma maior responsabilidade para si e com os outros, orientando quanto à postura, a empatia e a colaboração coletiva com seus colegas quando trabalharem em equipes. O desenvolvimento dessas capacidades favorece uma maior qualificação do profissional, porque isso fará parte de suas atividades corriqueiras quando estiver atuando no mundo do trabalho (MATTAR, 2017).

Ao final dessas etapas propusemos um questionário para que os acadêmicos respondessem algumas questões que pudessem nos apresentar inferências a respeito do

desenvolvimento da ABPj, procurando elementos que estivessem de acordo com as categorias a e b. Dos 28 acadêmicos matriculados na disciplina de Física 3, 27 estiveram envolvidos no projeto, contribuindo de alguma forma para o seu desenvolvimento. Solicitamos também que os alunos do EM relatassem por escrito suas impressões a respeito da atividade que participaram, porque isso tende a contribuir com a validação da estratégia ativa desenvolvida ao gerar elementos para a reflexão e avaliação da proposta.

Na **Imagem 21**³ (a, b, c, d) temos o registro de alguns momentos do desenvolvimento desta etapa, quando foram trabalhados conceitos de eletrostática, eletrodinâmica e eletromagnetismo.

Imagem 21 - Momentos da aula experimental com alunos do Ensino Médio



Fonte: arquivo do autor, 2020.

O questionário respondido pelos acadêmicos era composto por 09 questões, sendo 08 abertas e 01 fechada, visando obter informações referentes à implementação da ABPj, tanto em seus aspectos positivos quanto os pontos que precisam ser aprimorados. Dessa forma, optamos por analisar cada uma das respostas de cada pergunta separadamente, trazendo as informações mais relevantes obtidas por meio também da Análise de Conteúdo, que apresentaremos a seguir:

³ A imagem 21 traz uma composição de vários momentos da aplicação da ABPj: observando da esquerda para direita no momento (a) tivemos um momento de manuseio de equipamentos; (b) interação entre acadêmicos da e alunos da educação básica; (c) acadêmica explicando a teoria referente ao experimento; e (d) uma situação em que foi permitido aos alunos do ensino médio manusear aparelhos e trabalhar com o multímetro.

4.1.6.1 “Como foi sua participação/envolvimento nesse projeto?”

Por meio das respostas, constatamos que 24 alunos indicaram em suas respostas que suas participações ocorreram de forma satisfatória, totalizando 88,9% com indicativos positivos. Apenas 03 alunos, ou seja, 11,1%, relataram que sua dedicação não ocorreu de forma participativa quanto o esperado, entretanto, todos estiveram envolvidos com a proposta. As respostas a seguir destacam o envolvimento ativo dos acadêmicos/as:

“Me envolvi de forma ativa e busquei nos livros e com o professor a melhor forma de apresentar o conteúdo, de forma simples, mas objetiva. Percebi a dificuldade de abstrair e sintetizar a informação, para que essa torne-se conhecimento” (A3).

“Participei de todas as etapas de projeto, juntamente com os colegas de meu grupo. Na qual acredito que tivemos um bom envolvimento tanto uns com os outros quanto com o professor para decidirmos quais eram as melhores formas de conduzir projeto” (A7).

“Desde o início, quando o professor propôs o projeto, eu já fiquei empolgada pelas oportunidades que ele iria proporcionar, talvez não por mim, pelos benefícios, que me traria, mas muito mais pelo que proporcionaria aos estudantes. E isso fez com que eu me dedicasse com um maior carinho, e não como se alguma outra obrigação acadêmica” (A19).

“Julgo minha participação abaixo do esperado, pois encontrei dificuldades no momento inicial da apresentação do experimento, sendo revertida no decorrer da atividade” (A10).

Nas respostas apresentadas anteriormente, destacamos que a dedicação dos acadêmicos foi de suma importância, porque a ABPj potencializa o aprendizado quando os participantes se envolvem no processo como um todo, e não apenas com ações esporádicas, como quando estuda somente pelo modelo tradicional de ensino. Assim, conseguimos identificar elementos positivos que nos remetem à categoria b, ou seja, ações proativas dos participantes durante o processo avaliativo, auxiliando na construção de seus conhecimentos.

Essa participação se torna mais efetiva quando os alunos estão conscientes de todas as etapas, podendo opinar sobre o desenvolvimento, sentindo que suas ideias são levadas em consideração pelo professor. Neste sentido, são valorizadas ações ativas que motivam ainda mais os acadêmicos a se sentirem mais responsáveis pelo seu aprendizado.

4.1.6.2 “Descreva qual foi o momento desse projeto que mais lhe chamou a atenção (justifique)”

Com as respostas obtidas por meio desta pergunta, mais uma vez percebemos elementos referentes à categoria b, pois as respostas a seguir demonstram que os acadêmicos valorizaram a ação do processo de ensino como um todo. Destacaram diversos aspectos importantes e valiosos da aprendizagem ativa, tais como atividades práticas, preparação de material, planejamento entre outros:

“O momento de ir auxiliar nas bancadas os alunos. Ficou claro para mim que nem sempre o que é apresentado na teoria é entendido pelo aluno na disciplina de Física, e entendi a tamanha importância das práticas nessa matéria. Neste momento fiquei muito animado e a vontade de sanar as dúvidas deles” (A2).

“O momento que mais me chamou a atenção, foi a elaboração da apostila para apresentar o conteúdo a ser estudado, nas aulas. Pois, tínhamos que montar a apostila com a sequência do conteúdo, induzindo o aluno a chegar as conclusões desejadas, sem ser de maneira explícita, mas com desenvolvimento do seu próprio projeto” (A7).

“Foi o momento em que pudemos dar aula para os alunos do ensino médio, pois ali soubemos que estamos contribuindo de alguma forma para a vida deles e também que estávamos preparados para a atividade” (A13).

“Não digo um só, a parte que aprendemos a mexer nos equipamentos durante as aulas, foi muito bom pois nunca tinha mexido neles, e a parte de dar aula, apesar de não ser uma coisa que eu queira levar pra frente, foi sensacional, experiência única, sentimento de ajudar ao próximo é magnífico” (A26).

Ações como as descritas anteriormente demonstram que um dos objetivos da APBj foi bem desenvolvido, isto é, ao delegarmos as responsabilidades de ensino para os acadêmicos, tiveram que pensar além de si, saindo da condição de aprendizagem passiva e indo em busca de preparar uma aula com experimentos e atividades que levasse o aluno do ensino médio a visualizar a eletricidade básica de uma maneira antes não compreendida no seu ensino regular.

Esses relatos também trazem, indiretamente, inferências que nos levam a crer que ao preparar as aulas, os acadêmicos também aprofundaram os seus conhecimentos de Física, isto é, seus saberes curriculares se maximizaram (categoria a), podendo ficar retidos na estrutura cognitiva por um período maior, levando-os a agregar novos saberes nos seus subsunçores. O fato de chamar a atenção do aluno é um fator positivo para a aprendizagem significativa, porque sua primeira premissa consiste na predisposição do aluno para aprender e na segunda o material deve ser potencialmente significativo.

Esse processo de planejamento, estudo e execução dessa atividade favoreceu o desenvolvimento da diferenciação progressiva dos conceitos físicos, porque ao ensinar, o acadêmico também aprende e possivelmente isso gerou a inclusão de novos significados em seus saberes por meio da reconciliação integradora. Esses passos levam ao desenvolvimento da Aprendizagem Significativa, segundo Moreira (2010).

4.1.6.3 “Como foi trabalhar em um pequeno grupo? O trabalho foi colaborativo? Discuta”

Essa pergunta nos levou a discutir um dos elementos chave das metodologias ativas, que é o trabalho em equipe e a colaboração entre os aprendizes. Essa ideia de trabalho em grupo é defendida por diversos pesquisadores no uso de diversas estratégias ativas (FILATRO; CAVALCANTI, 2018; BERGMANN; SAMS, 2018; GIL, 2017; MATTAR, 2017; CAMARGO; DAROS, 2018; MAZUR, 2015). Segundo Mattar (2017, p. 64), na ABPJ “os alunos aprendem melhor pela construção ativa de conhecimentos a partir de uma combinação de experiência interpretação e interações estruturadas com colegas e professores”.

Nas respostas a seguir trouxemos inferências que demonstram o pensamento de alguns acadêmicos quanto ao trabalho ser desenvolvido por meio de equipes, onde são elencados aspectos positivos e negativos:

“Trabalhar em um grupo foi certamente uma experiência colaborativa, em que se pode notar o potencial que cada integrante possui e que pode contribuir com o trabalho. Foi algo que demonstrou que quando toda a equipe está disposta a tornar o projeto realidade, algo realmente incrível pode ser construído” (A4).

“Trabalhar em pequeno grupo foi muito proveitoso, pois assim cada um podia compartilhar o conhecimento uns com os outros, e dessa forma desenvolver o projeto apresentado da melhor forma possível, colaborando com o grupo” (A11).

“Trabalhar em grupo é algo bom, mostra que você não está sozinho. Mesmo com as divergências de opinião, o resultado foi bom. O trabalho foi colaborativo sim, pois nos deu esse tempo de vivência, para que pudéssemos aprender a trabalhar em grupo” (A12)

“Trabalhar em pequenos grupos reforça o trabalho em equipe, ao mesmo tempo, testa sua tolerância perante as peculiaridades. Alguns contribuintes do trabalho tentaram “monopolizar” o trabalho, dificultando o processo de aprendizado, todavia, ainda com as pesquisas e a participação, a experiência foi válida para o acúmulo de conhecimento” (A8).

Além dessas respostas, tivemos ainda menção de divisão de partes do trabalho, também reclamações de monopólios por parte de uns e não comprometimento de todos os

membros. Entretanto, na maioria das respostas constatamos descrições positivas acerca do trabalho em grupo e colaborativo, valorizando os elementos referentes à categoria b.

A divergência de ideias, organização das equipes, reconhecimento da importância do outro e aprendizagem com os pares fazem parte das competências que devem ser desenvolvidas pelo acadêmico para sua formação profissional, porque atualmente se exige dos engenheiros muito mais que conhecimentos técnicos. Neste sentido, a ABPj favoreceu que os acadêmicos reconhecessem a importância do trabalho em grupo e colaborativo, sendo um dos pilares fundamentais das metodologias ativas.

4.1.6.4 Esse projeto contribuiu de alguma forma para seu aprendizado de conteúdo de Física? Como?

Com essa questão buscamos obter respostas consistentes que demonstrassem o desenvolvimento e o reconhecimento da aquisição dos saberes curriculares de Física e de sua natureza (categoria a). Essas respostas foram importantes na medida que apresentaram informações para a validação da ABPj com relação ao ganho de aprendizagem dos conteúdos estudados.

Em uma primeira análise quantitativa, verificamos que 100% dos acadêmicos afirmaram que o projeto ajudou a ampliar os conhecimentos físicos envolvidos. A seguir selecionamos algumas respostas que corroboram com essa afirmação:

“Esse projeto fez com que eu desse uma atenção maior a cada tópico de Física, porque além de querer aprender muito bem o meu próprio experimento, quis entender cada experimento, para que pudesse ajudar outros grupos caso precisasse. Além de ser uma forma de aprendizado mais descontraída do que uma simples aula” (A10).

“Sim, pois perde o fato de estudar antes da prova só para fazer a prova e ir bem, desse modo, você aprende com a necessidade de passar para os outros seu conhecimento, e é nesse momento que aprendemos mais” (A21).

“Sim, me aprofundei mais nos temas em que me preparei. Tendo assim uma visão mais ampla do assunto, o que até me ajudou numa prova da matéria. Esse conhecimento foi possível a partir do momento que me dediquei buscando sobre o assunto” (A27).

Apesar de cada uma das respostas anteriores apresentar uma justificativa diferente, todas mencionaram o ganho de aprendizado na disciplina de Física 3, reconhecendo que

estudaram para além do ganho de notas, valorizando o dinamismo das aulas e do trabalho cooperativo.

Nas respostas seguintes os académicos/as além, de apresentarem indicativos positivos quanto ao ganho de aprendizagem também trazem o reconhecimento de uma maior fixação dos conceitos na estrutura cognitiva dos aprendizes:

“Contribui muito, estudar para dar aula, é muito mais profundo e desafiador que estudar para uma prova. Existe uma reputação em jogo, quando você abre a boca para transmitir o conhecimento, você deve saber exatamente o que dizer, ter certeza do conteúdo. Para tanto, foi necessário reter o conhecimento de forma permanente, e isso é muito bom, pois o que eu aprendi para dar essa aula, dificilmente esquecerei” (A3).

“Ajudou da forma em que pesquisando o assunto e tendo que elaborar uma aula me fez olhar para o conteúdo de uma forma diferente, fazendo ligações que antes não conseguia compreender” (A17).

“Contribuiu ao necessitar uma maior dedicação nas pesquisas para a realização do projeto, elaborando o material didático de maneira simplificada para os alunos. Tudo isso exigiu um domínio maior sobre o conteúdo, que terá maior chance de permanecer (acho que não esquecerei nunca das propriedades de uma associação em série, por exemplo)” (A19).

Esse reconhecimento quanto a uma maior retenção dos saberes demonstra claramente que aprendizagem se tornou significativa, porque pelas respostas percebemos que ocorreu a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, isso fica ainda mais evidente na resposta do aluno A17, quando diz que conseguiu estabelecer relações com o conteúdo que até então não conseguia.

Portanto, com essas respostas percebemos o quão é importante envolver os académicos em estratégias ativas de aprendizagem, pois ao se ver diante de um desafio, é natural do ser humano desenvolver meios para solucioná-lo. Com a ABPj, todo o processo traduziu-se em um ganho maior de conhecimento que, se não for significativo, poderá naturalmente ser esquecido, mas como foi compreendido será resgato com facilidade nos subsunçores, se for preciso. É o que Ausubel chamou de assimilação obliterada (MOREIRA, 2012).

4.1.6.5 “Como foi preparar um material didático para a aula experimental?”

As repostas obtidas para essa pergunta trouxeram-nos elementos que caminharam na direção da categoria b, porque destacaram uma das etapas do desenvolvimento da ABPj. É

importante ressaltar que as metodologias ativas não focam num resultado final único e padrão, como no ensino tradicional, mas sim no trajeto formativo que envolve os aprendizes.

Ao pensar no preparo do material didático, os acadêmicos tiveram que planejar minuciosamente cada uma das etapas de desenvolvimento de suas aulas, sendo-lhes atribuída uma maior autonomia e, conseqüentemente, maiores responsabilidades. Isso exigiu organização, pesquisa, planejamento de cronograma e reuniões com os mediadores até chegarem ao produto final. Essas afirmações podem ser observadas nas respostas seguintes:

“Foi algo bastante trabalhoso mais que trouxe excelente resultados pois ao mesmo tempo que você elabora todo o conteúdo, também vai se acumulando conhecimento” (A4).

“Uma experiência diferente, mas muito satisfatória, o fato de você tentar passar algo com suas palavras para ensinar outros, nos passa uma sensação de que estamos saindo do lugar, traçando um caminho, principalmente porque estamos em processo de graduação” (A17).

“Foi diferente de fazer algum outro trabalho da faculdade, porque o foco era diferente, tinha que agradar estudantes e ao mesmo tempo ser didático, não sei se foi mais fácil ou mais difícil, mas foi outro aprendizado” (A19).

“Foi desafiador ao ponto de ter que pensar em práticas que chamassem a atenção dos alunos e fizesse com que estes se interessassem em participar e aprender” (A23).

O reconhecimento destes alunos quanto à necessidade de se reinventar e buscar novas formas de aprendizado vai ao encontro da categoria b, sendo muito importantes para o profissional em formação inicial.

Nessa etapa do questionário também tivemos relatos de facilidade para elaborar o material, bem como outros que tiveram dificuldades. Por isso é importante que o professor se mantenha atento em todas as etapas da ABPj, buscando estar sempre de prontidão para auxiliar os alunos e motivá-los, não os deixando perder o foco, para não banalizar essa metodologia ativa (MATTAR, 2017).

4.1.6.6 “Como foi a interação com os alunos de Ensino Médio?”

Consideramos que o momento de interação com os alunos durante as aulas no laboratório foi o ápice da implementação da ABPj por nós proposta, porque era o momento de colocar em prática o resultado do planejamento, da pesquisa, do preparo de experimento e

validação do material didático elaborado. Dessa forma, entendemos que as respostas fornecidas trazem elementos consistentes para pertencer também à categoria b.

Assim, selecionamos algumas respostas que se destacaram por mostrar que, ao ensinarmos também aprendemos muito mais (DALE, 1969), além do fator relacionado à linguagem ser mais acessível nas explicações, que funciona muito bem quando se trabalha com os pares:

“Foi até que divertida, tendo em vista que eles entenderam melhor o jeito de um jovem ensinar do que um professor profissional, pelo fato de que temos o mesmo modo de falar talvez. Não desmerecendo o professor, claro” (A2).

“Foi uma interação riquíssima em aprendizado para ambas as partes, em especial para nós, que estávamos tendo essa experiência pela primeira vez” (A7).

“Foram bem receptivos, e ficaram entusiasmados com o conteúdo. Muitos até perguntaram mais sobre o conteúdo e como ingressar no curso, demonstrando que a didática é fundamental para o incentivo de cursar um ensino superior” (A18).

“A interação foi feita de forma fácil, devido as idades serem parecidas” (A22).

Também tivemos uma maior valorização quanto ao trabalho docente, a valorização dos resultados experimentais pelos alunos do EM, porque era a primeira vez que trabalhavam com esse tipo de aula que envolvia teoria e prática. Também houve relatos quanto à timidez e nervosismo, tanto dos acadêmicos quanto dos alunos da educação básica, o que é absolutamente natural para um jovem que se vê diante de situações desafiadoras, demandando o desenvolvimento de habilidades para lidar com as relações interpessoais e emocionais.

4.1.6.7 “Você acredita que esse projeto foi importante para você e para os alunos do Ensino Médio? Por quê?”

Essa questão foi importante para avaliar a visão dos alunos quanto à geração do produto final da ABPj para benefício da comunidade local. Todos os acadêmicos apresentaram argumentos favoráveis quanto à realização do projeto e as várias contribuições para sua formação, relatando também aspectos positivos para a vida estudantil dos alunos da educação básica.

Percebemos, por meio das respostas seguintes, elementos que se enquadram nas duas categorias que viemos buscando nesta pesquisa:

“Para mim foi uma experiência única e de muito valor, pois nunca realizei nenhum trabalho semelhante, e tive a oportunidade de me testar. Acredito que esse projeto tenha sido importante para os alunos, porque além de ser uma aula experimental normal, é uma maneira descontraída de se interessar pela Física e pelo curso” (A10).

“Acredito que sim, vi muitos alunos da UTF demonstrando interesse, ou não, pela área acadêmica, e acredito que os alunos do ensino médio podem ter despertado um interesse pela Engenharia, devido ao contexto com a universidade. Esse projeto pode ser um fator determinante na vida dos alunos de ambos os lados” (A14).

“Acredito que sim, o contato com a comunidade abre os olhos dos estudantes que podem nem ter conhecimento sobre a realidade de outras escolas, o que também proporciona nos estudantes um interesse maior nos conteúdos teóricos e possivelmente por áreas exatas como matemática e física” (A23).

“Com certeza, foi um grande aprendizado para os alunos quanto para mim. Acredito que eles nunca tiveram contato com os equipamentos de laboratório, assim como eu nunca tinha tido mesmo estudando em escola particular a minha vida toda, e assim, no lugar deles eu ficaria muito feliz, e não ia, caso fosse cursar Engenharia, tão perdida no laboratório. E para mim, grande aprendizado e melhor aproveitamento da disciplina” (A26).

Nessas respostas destacaram-se fatores relacionados à aproximação da universidade pública com a comunidade, auxiliando os alunos a escolherem futuras profissões, principalmente podendo-os direcionar para a área de Engenharia. Também identificamos uma valorização e o reconhecimento de ganho de aprendizagem dos conteúdos de Física, que muitas vezes são mal vistos ou temidos pela maioria dos alunos em qualquer nível de ensino.

Estratégias ativas como essa têm também o objetivo de apresentar aos aprendizes diferentes formas de aprender a Física, principalmente quando envolvemos nela a relação teoria e prática.

4.1.6.8 “Você havia participado de um projeto como esse?”

Por se tratar de uma questão fechada, contatamos que 26 acadêmicos responderam que nunca haviam participado de um projeto como esse, representando um total de 96,3%. Apenas 01 acadêmico, isto é, 3,7% respondeu que já havia trabalhado com projeto similar ao que desenvolvemos, mas esta era uma aluna que estava iniciando uma segunda graduação.

Esses números indicam que atividades como ABPj ainda são a exceção no ensino de Engenharia, havendo muito campo para pesquisar e contribuir na formação dos futuros profissionais. Os dados obtidos por meio do desenvolvimento desse projeto apresentaram vários aspectos favoráveis à implementação dessa prática para outros conteúdos e diferentes disciplinas, deixando de ser uma atividade pontual (MATTAR, 2017).

4.1.6.9 “Qual seria sua sugestão para melhorar ainda mais esse projeto?”

As sugestões são importantes para que possamos avaliar a viabilidade do projeto para futuras implementações, aperfeiçoando os detalhes. Destacamos que elementos referentes à categoria b emergiram, principalmente quanto à adequação de tempo porque, segundo grande parte das respostas, esse foi o fator limitante para o desenvolvimento da ABPj, sendo constatado nas respostas a seguir:

“De algum modo, os alunos da universidade tenham mais tempo de contato para apresentar o que seria proposto de modo que ambas se sintam à vontade de discutir e tirar dúvidas sobre o tema” (A6).

“Uma carga horária adicional, para poder abordar mais assuntos, garantindo maiores possibilidades e conhecimento para todos os alunos envolvidos” (A18).

Ainda na categoria b, foram apresentadas sugestões quanto à ampliação da ABPj para outras séries do EM e mais escolas. Também foi sugerido desenvolver atividades com essa abordagem para outras disciplinas do curso de Engenharia, principalmente as que envolvem os conhecimentos de Física:

“Ter sequência, promover a ação talvez de turmas do 1º ou 2º ano do ensino médio, aumentar a cobertura do projeto para outras escolas públicas, e promover a inclusão de pessoas de perfil mais simples ao convívio com a universidade. A continuidade desse projeto certamente fará diferença na vida de várias pessoas” (A3).

“Se fosse possível abranger mais escolas e mais turmas para que todos tivessem a oportunidade de obter tal experiência, o projeto seria perfeito” (A20).

Essas sugestões indicam que o aperfeiçoamento de qualquer metodologia é necessário e faz parte do melhoramento do processo de ensino e aprendizagem. Para isso, também é necessário analisar algumas respostas dos alunos do ensino médio (nominados nesse trabalho como B1, B2 e assim sucessivamente) com o olhar de quem passou pela implementação da proposta da ABPj, logo, destacamos algumas respostas que forneceram indicativos sobre a visão deles em relação a essa estratégia ativa:

“Está sendo uma experiência incrível, pois além de divertido estou adquirindo conhecimento. Aprendi coisas que pensei que nunca veria e espero que elas caiam no vestibular! Os alunos que nos deram aula cederam seu tempo para nos passar conhecimento e agradeço a eles. Espero que esse projeto não pare, e cada vez evolua.

Obrigada por essa oportunidade (agradeço por mim e pelos meus colegas que hoje não puderam vir, mas amaram)” (B9).

“Esse período de aprendizagem na UTFPR, foi muito gratificante, e muito bom para o aprimoramento do conhecimento da área de Engenharia Eletrônica. A universidade é muito bem organizada, com ótimos profissionais, que permitiram nos mostrar um pouco sobre a elétrica e suas derivadas. Para mim essa instituição é perfeita para pessoas que sonham com o estudo da área de exatas, pois abrange Química, Física e muito mais sobre Eletrônica, Mecânica E Engenharia. Eu adoraria ingressar na UTFPR se possível, pois me mostrou e me ensinou muito sobre a área que desejo ingressar. Nota 10 para todos da Universidade” (B10).

Pelas respostas dos alunos mencionadas anteriormente, podemos afirmar que um dos objetivos principais da ABPj foi alcançado, que era aproximar a universidade pública da comunidade na qual ela está inserida, fazendo com que esses alunos possam reconhecer que esse espaço acadêmico possa ser seu também. Notamos por meio dos depoimentos uma maior valorização da disciplina de Física, com indicativos positivos em relação ao ganho de aprendizagem, que era um dos focos desta estratégia.

Neste sentido, podemos afirmar que a ABPj demandou e estimulou a participação dos alunos (acadêmicos e da educação básica), envolvendo-os em todas as suas dimensões sensório-motor, afetivo-emocional e mental-cognitiva. Dessa forma, procuramos respeitar e estimular a liberdade de escolha deles frente aos estudos e atividades propostas, atendendo múltiplos interesses e objetivos, valorizando e adotando a contextualização do conhecimento, imprimindo um sentido de realidade e utilidade nos estudos e nas atividades desenvolvidas.

Para isso foram estimulados a trabalharem com atividades em grupo, possibilitando as contribuições formativas do trabalho em equipe e promovendo a utilização de múltiplos recursos culturais, científicos e tecnológicos providenciados por eles próprios a partir de suas vivências. Neste sentido, acreditamos que o desenvolvimento da ABPj desenvolveu nos acadêmicos um aprofundamento dos seus conhecimentos e competências de socializá-los por meio das atividades desenvolvidas.

Portanto, por meio das análises anteriores, ficaram evidentes os elementos necessários para que possamos afirmar que a ABPj compõe o rol das metodologias ativas que trazem ganhos significativos para a construção do conhecimento, além de desenvolver habilidades e competências necessárias para o profissional do século XXI (BRASIL, 2019). Essas puderam ser verificadas à medida que emergiram nas análises dos dados referentes às categorias a e b.

A disciplina de Física 3 foi finalizada com o desenvolvimento da ABPj e, ao final desse processo, dos 27 alunos que finalizaram o semestre, 19 alunos foram aprovados direto. Entretanto, 08 acadêmicos precisaram realizar uma nova prova (conhecida como sub), onde foram contemplados os conteúdos básicos da disciplina e também dentro do corpo da avaliação, solicitamos a construção de um mapa conceitual que partisse do tema

eletromagnetismo, estes, por sua vez foram corrigidos e analisados individualmente e os seus resultados serão vistos na subseção 4.2 onde realizamos dois momentos de estudos na busca de elementos que inferissem a aprendizagem significativa.

4.2 ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS

Após implementação de todas as estratégias ativas apresentadas nas subseções anteriores, que foram associadas com aulas expositivas dialogadas; visando diminuir a reprovação e buscando proporcionar uma avaliação formativa, propusemos a esse grupo de 08 alunos uma nova prova, conhecida como “substitutiva”, que poderia substituir uma de suas notas no semestre.

Nessa prova envolvemos os conteúdos de Eletricidade Básica, composta por 04 questões essenciais para o entendimento da disciplina. Uma destas questões consistia na produção de um mapa conceitual que deveria partir do tema ‘eletromagnetismo’, com o intuito de identificar como cada um destes alunos compreendeu essa grande temática por meio de conceitos após um semestre de estudo.

Os mapas conceituais apresentados nesta subseção foram traçados por esse grupo de participantes, e constituíram uma importante ferramenta avaliativa para os alunos, bem como um poderoso instrumento que pudesse apresentar elementos da Aprendizagem Significativa. Ressaltamos que essa atividade na prova foi a única em que todos concluíram com êxito, o que nos mostrou bons indicativos em relação ao uso do mapa conceitual como instrumento de avaliação.

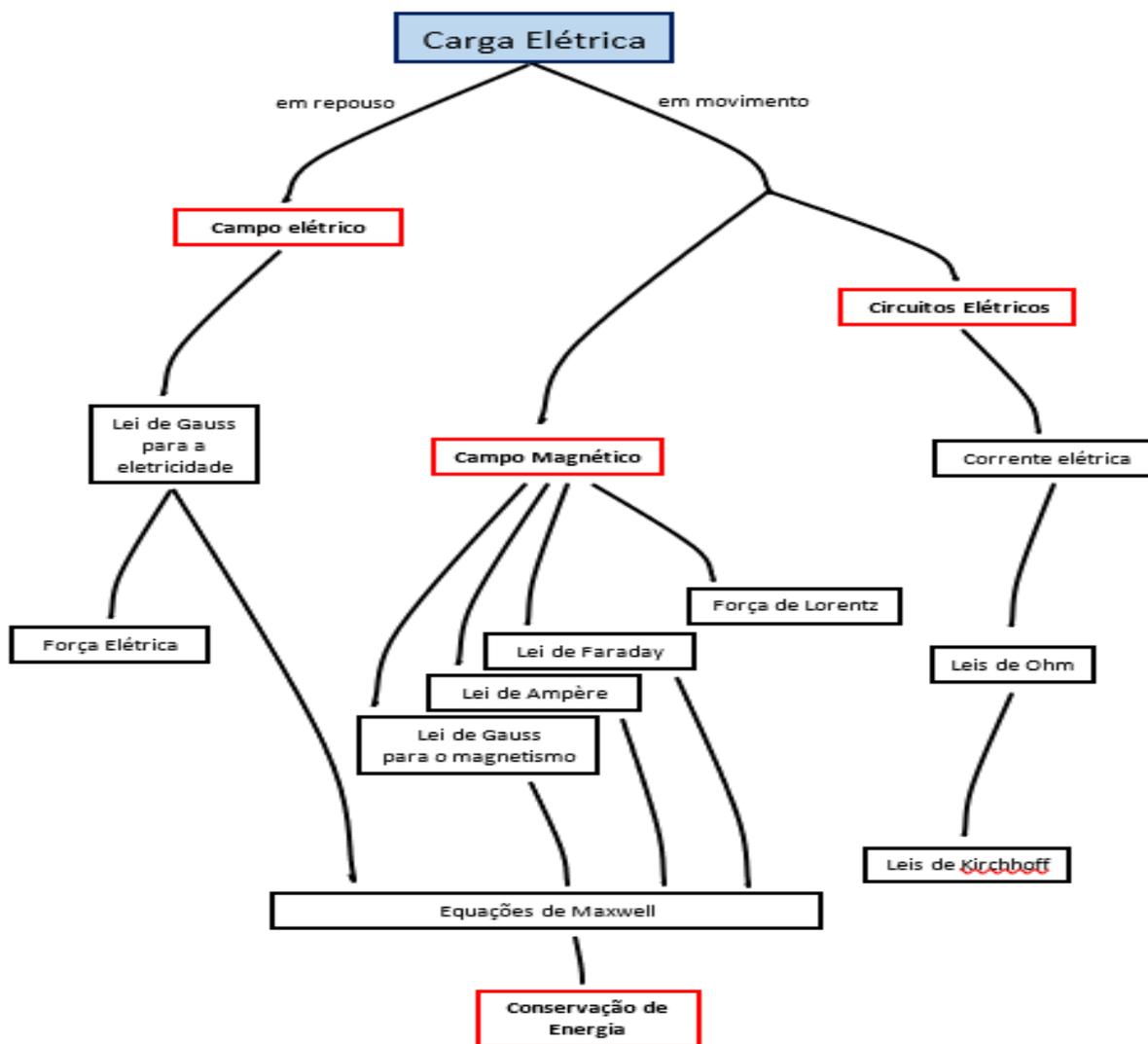
Neste sentido, a atividade do mapa conceitual foi inserida nessa avaliação com o objetivo de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno tem em relação a um grupo de conceitos, não para testar o conhecimento e atribuição de notas a fim de classificá-lo (MOREIRA, 2006). Para isso, analisamos o uso dos mapas conceituais como ferramenta avaliativa comparando-o a uma estrutura de referência⁴ produzida pelos pesquisadores, conforme a **Figura 3**:

⁴ Faz-se importante ressaltar que a estrutura de referência não é um mapa conceitual produzido pelos pesquisadores, mas sim uma estrutura lógica que apresenta o tema central da disciplina (Carga elétrica) e em seguida os temas de estudo da disciplina (Campo Elétrico, Campo Magnético, Circuitos Elétricos e Conservação de Energia) acompanhado de assuntos periféricos que se relacionam diretamente com os temas de estudo; constituindo-se assim em uma estrutura mínima para o estudo do eletromagnetismo

O primeiro momento consistiu em buscar os elementos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (MOREIRA, 2010) por meio das estruturas dos mapas conceituais produzidos por estes acadêmicos a partir de seus conceitos, hierarquias, ligações simples, ligações cruzadas e exemplos, conforme sugerem Novak e Gowin (1999). Em sua teoria, eles não apresentam o elemento de “ligação simples” isoladamente, somente quando estabelecida entre duas proposições válidas, entretanto, optamos por separá-las das proposições ou conceitos, para favorecer uma análise minuciosa dos dados.

No segundo momento foram atribuídas notas a todos os mapas conceituais individuais, usando critérios também sugeridos por Novak e Gowin (1999), que foram adaptados para pontuá-los, comparando os seus elementos com a estrutura de referência.

Figura 3 - Estrutura de referência produzida pelo pesquisador



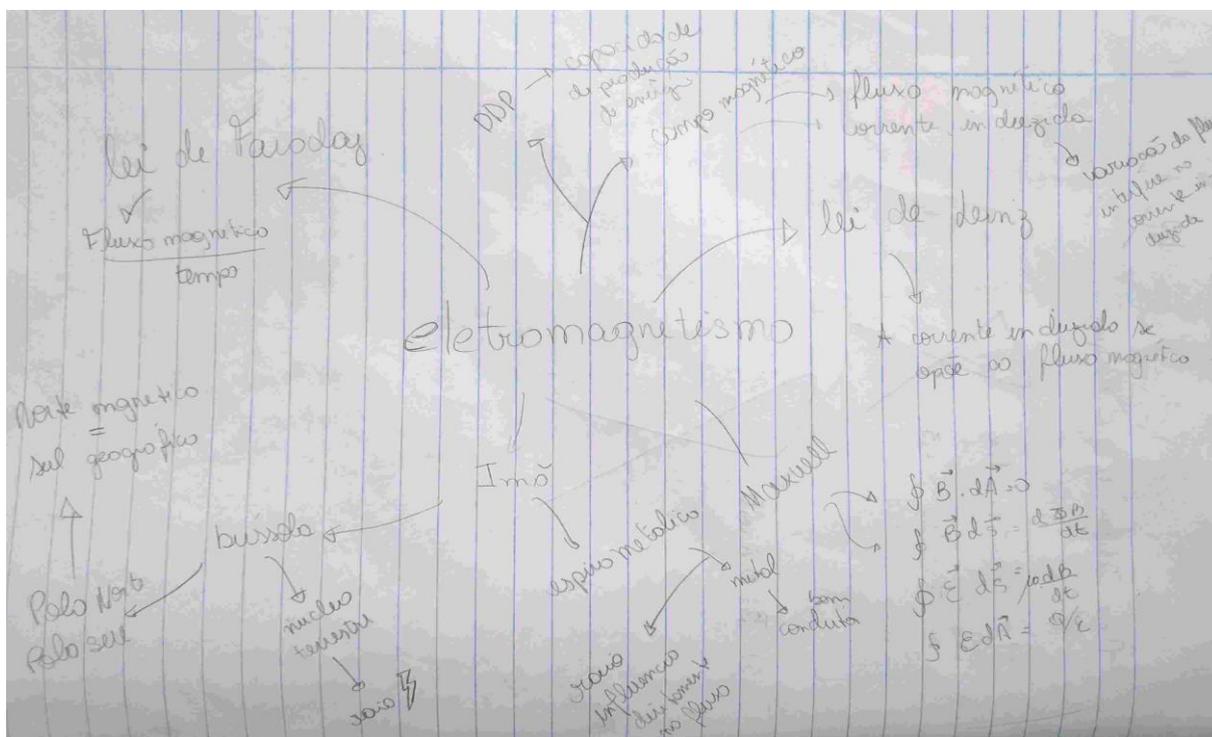
Fonte: criação do autor, 2020.

4.2.1 Análise dos Elementos dos Mapas conceituais

Para a constituição dos dados apresentados nesta subsecção, realizamos a contagem dos elementos constituintes dos mapas conceituais que foram produzidos pelos acadêmicos individualmente, de modo que ficasse mais fácil a sua visualização e pudéssemos identificá-los quantitativamente.

As **Imagens 22** e **23** são exemplos dos mapas conceituais analisados, que foram escolhidos aleatoriamente para representar a organização da estrutura conceitual. Optamos por apresentar dois exemplares dos mapas traçados pelos alunos:

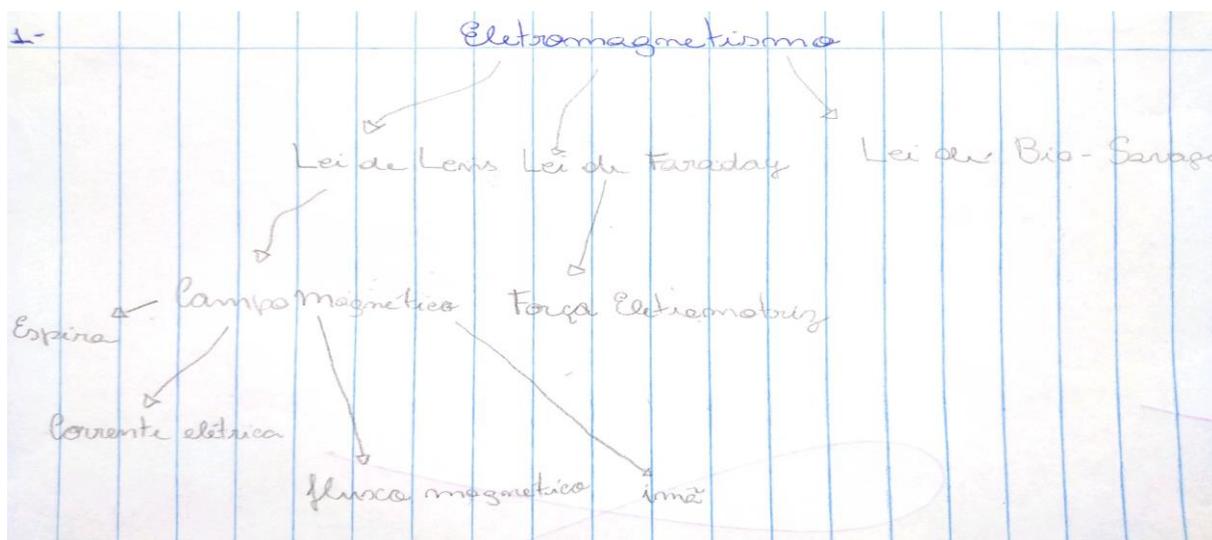
Imagem 22 - Mapa conceitual produzido pelo aluno A5



Fonte: arquivo do autor, 2020.

O primeiro (**Imagem 22**) foi selecionado por ser um mapa mais completo produzido pelo aluno A5, e que apresentou uma grande quantidade de elementos necessários para a avaliação de um mapa conceitual. Em contraposição, o mapa conceitual elaborado pelo aluno A17 (**Imagem 23**) foi escolhido por ter uma quantidade baixa destes elementos.

Ressaltamos que a quantidade destes elementos serve de parâmetro para a análise de um mapa conceitual, entretanto, somente eles não definem por si só a validade e eficácia desta ferramenta.

Imagem 23 - Mapa conceitual produzido pelo aluno A17

Fonte: arquivo do autor, 2020.

Nessa etapa, foi mantido o mesmo sistema de identificação que estabelecemos para cada um dos alunos participantes da pesquisa, e os demais mapas conceituais serão apresentados, analisados e discutidos por meio dos dados que nós coletamos.

Na **Tabela 4** apresentamos os elementos necessários para a constituição desses dados, conforme indicado por vários autores (MOREIRA, 2010; MOREIRA; MASINI, 2001; NOVAK; GOWIN, 1999; GOMES; BATISTA; FUSINATO, 2019):

Tabela 4 - Resultados dos elementos nos mapas conceituais

ALUNOS	PROPOSIÇÕES	HIERARQUIA	LIGAÇÕES SIMPLES	LIGAÇÕES CRUZADAS	EXEMPLOS
ESTRUTURA DE REF.	14	04	16	02	01
A5	14	04	22	00	07
A6	10	05	20	01	06
A9	12	05	25	00	12
A15	14	05	16	01	02
A16	10	03	10	00	00
A17	07	03	09	00	02
A23	12	04	17	00	05
A25	12	06	14	01	02

Fonte: Arquivos do autor, 2020.

Os dados apresentados na **Tabela 4** foram constituídos a partir dos elementos identificados corretamente nos mapas conceituais analisados. Nos casos em que esses elementos apresentavam erros, tanto na estrutura quanto nos conceitos, eles foram desconsiderados. Essa ação está de acordo com Novak e Gowin (1999) pois, segundo eles, o avaliador poderá utilizar critérios para descontar os elementos traçados de forma errônea ou simplesmente ignorá-los, como optamos por fazer.

Tomamos essa atitude porque:

Na avaliação através de mapas conceituais a principal ideia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc. (MOREIRA, 2006, p. 19).

Em nosso caso, procuramos identificar como este grupo de alunos organizava os conceitos que foram estudados no semestre e se havia indícios da Aprendizagem Significativa após o uso de diversas estratégias ativas de aprendizagem, mesmo não tendo sido aprovados direto na disciplina de Física 3.

4.2.1.1 Proposições

A contagem da quantidade de proposições ou conceitos físicos em cada um dos mapas conceituais foi realizada a partir do tema geral proposto, ou seja, eletromagnetismo, e foram contados quando apresentavam uma relação direta ou indireta com ele, desde que fossem julgados como conceitos corretos. Em seguida foi realizada a comparação destes conceitos identificados com a quantidade indicada na estrutura de referência.

Nesse contexto podemos nos referir aos conceitos como:

[...] conjunto de fatos ou símbolos que têm características comuns, os principais se referem às mudanças que se produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações e que normalmente descrevem causa-efeito ou de correlação (ZABALA, 1998, p. 42).

Essa definição se torna relevante na medida em que os conceitos apresentados indicam familiarização pelos alunos com os mapas conceituais e os conteúdos, se arriscando mais para apresentar os conceitos que foram por eles compreendidos (GOMES, 2017).

Segundo Moreira (2010), a aprendizagem é significativa quando ocorre por meio de um processo contínuo, no qual os conceitos adquirem maiores significados na medida que

alcançam novas relações, a isso ele chama diferenciação progressiva. Desta forma, os conceitos nunca são de fato “aprendidos”, mas enriquecidos, modificados, tornados mais explícitos e inclusivos, sendo progressivamente diferenciados.

Observando os dados na **Tabela 4** é possível constatar que a estrutura de referência apresentou 14 (100%) conceitos básicos para a compreensão do tema. Estes foram elencados por apresentarem toda a base necessária dos conteúdos relativos ao planejamento da disciplina de Física 3.

Quando comparamos o número de conceitos da estrutura de referência com os conceitos elencados pelos alunos, percebemos que eles tiveram, no máximo, a mesma quantidade. Isso é constatado com os dados dos alunos A5 e A15, que tiveram 14 conceitos apresentados cada um, isto é, 100% da quantidade, demonstrando um maior grau de compreensão do assunto.

Entretanto, o aluno A17, apresentou somente 07 conceitos considerados válidos, o que representou apenas 50% do total. Os outros 05 mapas conceituais apresentaram valores intermediários entre 07 e 14 conceitos (**Tabela 4**), porém com resultados de aproveitamento igual ou superior a 75%.

É importante destacar que as proposições apresentadas nos mapas conceituais dos alunos não foram exatamente os mesmos termos mencionados na estrutura de referência, mas aqueles que estavam semanticamente relacionados de forma correta ao tema ‘eletromagnetismo’. Assim, houve uma grande diversificação de termos, ideias, equações e esquemas relacionados, pois cada pessoa produz um mapa conceitual diferente, com seus significados idiossincráticos representando, de certo modo, a organização de seus conhecimentos na sua estrutura cognitiva (NOVAK; GOWIN, 1999).

Moreira e Masini (2001), ao descreverem a teoria de Ausubel, afirmam que a compreensão completa de um conceito implicará que o aprendiz se aposse de claros significados, precisos, diferenciados e transferíveis, assim ele poderá chegar à Aprendizagem Significativa.

Ao conseguir transferir os conceitos e significados para novas situações, o aprendiz estará passando pela reconciliação integradora, que é elemento fundamental dessa teoria. Neste sentido os mapas conceituais fornecem indicadores relativamente precisos quanto ao grau de diferenciação dos conceitos de uma pessoa, visto que representam ligações preposicionais específicas entre os conteúdos.

4.2.1.2 Hierarquia

Segundo Novak e Gowin (1999), as estruturas hierárquicas nos mapas conceituais ajudam na indicação dos conceitos subordinados e superordenados, que são muito relevantes para uma aprendizagem duradoura, visto que é necessário estabelecer conexões com os conhecimentos prévios do aluno (subsunçores), modificá-los e atribuir-lhes novos significados.

Nesta análise começamos com a identificação da estrutura hierárquica de cada um dos mapas conceituais. A contagem dos níveis hierárquicos de cada mapa ocorreu por meio da estrutura mais ramificada e correta, desde que fosse estruturada do conceito mais inclusivo para o menos inclusivo, conforme orientam Novak e Gowin (1999), mostrando as possíveis relações de subordinação e superordenação dos conceitos físicos, que são elementos necessários da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

A organização dos conceitos subordinados dentro de uma estrutura hierárquica demonstra o conjunto de novos significados que eles ou as proposições dão aos conhecimentos prévios relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e então gerar significados para novos conhecimentos (MOREIRA, 2010). Neste sentido “À medida que se efetua o estudo de uma matéria, o aluno pode dominar novas relações entre tópicos que pareciam previamente não relacionados” (NOVAK; GOWIN, 1999, p. 113).

Assim, ao comparar os resultados do nível hierárquico alcançados pelos alunos com a estrutura de referência que apresentou uma hierarquia de 04 (100%) níveis, percebemos uma variação de 03 níveis (75%) dos alunos A16 e A17, até 06 níveis (150%) do aluno A25.

Essas informações indicam que, mesmo estes alunos ainda não tendo sido aprovados, conseguiram apresentar indicativos de aprendizagem conceitual suficiente, e isso pode ser constatado na **Tabela 4**, na qual 06 dos 08 mapas analisados - isto é, 75% deles - apresentaram níveis hierárquicos iguais ou superiores à estrutura de referência. Esse crescimento significativo da estrutura hierárquica ocorre como um processo interativo e elaborado, de modo que essa organização do pensamento possa servir como um ancoradouro cognitivo para novas aprendizagens. Esse processo é o que Moreira (2010) chama de relação de superordenação.

Neste sentido, Moreira (2006) afirma que as relações hierárquicas entre conceitos podem ser muito úteis para que o aluno exteriorize seus conhecimentos aprendidos e o professor possa identificá-los. Isso ocorre porque essas relações podem mostrar mudanças em

sua estrutura cognitiva durante a instrução, que em nosso caso ocorreram durante o período letivo.

4.2.1.3 Ligações Simples

As ligações simples são estabelecidas para ligar, no mínimo, dois conceitos que preferencialmente devem ser organizados hierarquicamente do mais inclusivo para o menos inclusivo. Dessa forma, demonstram uma relação de subordinação e diferenciação progressiva, que são importantes para a Aprendizagem Significativa.

Muitos mapas conceituais apresentam ligações proposições para dois ou mais conceitos, de modo que eles sejam vistos como unidade semântica, facilitando a visualização das relações entre conceitos (MOREIRA, 2006). No caso dos mapas analisados para esta pesquisa, essas proposições não foram utilizadas pelos seus construtores. Elas indicariam maiores indícios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, porém, para que ocorram, geralmente há uma necessidade de construir o mesmo mapa conceitual várias vezes e o aluno possa compará-los, o que não foi possível realizar devido ao mapa fazer parte de uma avaliação escrita.

Essa ação é importante porque “Os mapas conceituais tornam visíveis as estruturas preposicionais de cada indivíduo e podem, por conseguinte, ser usados para analisar as ligações deficientes ou para mostrar que podem faltar conceitos relevantes” (NOVAK; GOWIN, 1999, p. 120). Assim, as ligações contabilizadas nestes mapas foram validadas quando estavam entre dois ou mais conceitos corretos ou entre conceitos e exemplos.

A estrutura utilizada como referência apresentou um total de 16 (100%) ligações simples e duas proposições entre conceitos. Já os mapas conceituais produzidos pelos alunos tiveram, na sua maioria, uma grande quantidade de ligações, onde o aluno A9 fez um total de 25 e o aluno A5 um total de 22 de ligações, portanto, bem acima do valor apresentado na estrutura de referência. Ao mesmo tempo os alunos A17 e A16 apresentaram, respectivamente, 09 e 10 ligações abaixo do valor de referência.

A quantidade de ligações dos demais mapas estão na **Tabela 4**, mostrando que não houve grande discrepância dos dados comparados aos valores da estrutura de referência, nem para mais nem para menos. Elas são importantes, porque podem assumir um conjunto de

conceitos ou preposições que ligam elementos, estabelecendo uma relação entre eles (GOMES, 2017).

Ao analisar as ligações simples observamos, principalmente nos mapas mais carregados, conceitos que não estavam corretos na estrutura hierárquica, pois não obedeciam a regra de subordinação ou inclusividade proposta por Novak e Gowin (1999). Ao mesmo tempo, esses conceitos faziam parte do tema proposto e poderiam ser devidamente esclarecidos se os pesquisadores tivessem solicitado que cada um dos alunos explicasse a estruturação de seu mapa conceitual e tivessem nova oportunidade de refazê-los.

Diante dessa impossibilidade, procuramos valorizar o significado de cada ligação na qual, em um mapa conceitual, apresenta a possibilidade de descer e subir na estrutura hierárquica (MOREIRA; MASINI, 1982; NOVAK; GOWIN, 1999) ocorrendo, portanto, a relação de subordinação e superordenação, que demonstram o indicativo da ocorrência da reconciliação integradora. Isso porque as ligações estabelecidas mostraram mudanças no conjunto de subsunçores e servirão de ancora para futuras conexões, quando o aluno necessitar estudar os conceitos físicos de eletromagnetismo novamente.

Como esses conceitos foram validados somente a partir de um contexto científico, na medida que os alunos estabeleceram conexões conceituais, podemos afirmar que houve o reconhecimento de novas relações, sendo capazes de perceber a integração de suas ideias, que é fator determinante para a Aprendizagem Significativa.

4.2.1.4 Ligações Cruzadas

As ligações cruzadas são vistas como elementos difíceis de se estabelecer na estrutura dos mapas conceituais porque, além de demandar um grande domínio quanto ao seu uso, necessitam também de conhecimento do conteúdo (MOREIRA, 2010; MOREIRA, 2006; NOVAK; GOWIN, 1999). Segundo esses autores, é mais comum a ligação simples entre conceitos de diferentes hierarquias conceituais, mas não representam uma grande síntese do conhecimento. Entretanto, quando uma ligação cruzada relaciona duas hierarquias, são muito valorizadas, por ser difícil de se estabelecer:

Essa categoria ajuda na interpretação em relação à aprendizagem significativa do educando, pois é nessa etapa, que verificamos como o aprendiz está relacionando um determinado conceito com outros da mesma ou de diferentes hierarquias (GOMES, 2017, p. 117).

Novak e Gowin (1999) afirmam que as ligações correspondentes a essa categoria mostram que os alunos buscam unir conceitos em seus mapas conceituais que, de outra forma, não se considerariam relacionados.

Analisando os dados na **Tabela 4**, o mapa de referência apresenta 02 ligações cruzadas, sendo uma ligando duas estruturas hierárquicas e a outra entre conceitos de diferentes hierarquias. Nos mapas conceituais de três alunos (A5, A15, A25) foi identificada em cada um apenas 01 ligação cruzada entre conceitos de diferentes hierarquias, os demais não apresentaram nenhuma ligação cruzada. Não foi constatada nenhuma ligação cruzada entre hierarquias conceituais, o que poderia nos mostrar uma grande compreensão dos conceitos por parte dos aprendizes, devido à dificuldade de serem estabelecidas.

Essas ligações válidas entre conjuntos de conceitos, que de outra maneira seriam vistas como independentes, podem sugerir a reconciliação integradora de conceitos por parte dos alunos (NOVAK; GOWIN, 1999), entretanto, elas não foram concebidas nos mapas conceituais analisados. Da mesma forma, elas também podem ser chamadas de “integração de significados conceituais”, pois favorecem a retenção e o uso posterior de conceitos, que é um fator relevante para a Aprendizagem Significativa e que não se percebe quando a aprendizagem é mecânica (MOREIRA, 2010).

4.2.1.5 Exemplos

Entre todos os elementos apresentados anteriormente, na avaliação de um mapa conceitual os exemplos são considerados os menos relevantes para a Aprendizagem Significativa. Vários autores (NOVAK; GOWIN, 1999; MOREIRA, 2010; MOREIRA, 2006; MOREIRA; MASINI, 1999; GOMES, 2017) afirmam em seus trabalhos que os exemplos devem aparecer ao final dos níveis hierárquicos por serem os elementos de menor inclusão na estrutura de um mapa conceitual devido a sua importância.

Segundo Novak e Gowin (1999), os exemplos não devem ser rodeados por não serem conceitos, estando subordinados a toda hierarquia, contribuindo para o entendimento dos conceitos em situações práticas e cotidianas.

Em nossa estrutura de referência, apresentamos apenas 01 exemplo para fechar todas as hierarquias por nós estruturadas, de modo que pudesse ficar claro as relações de

subordinação e superordenação almejadas para os conceitos de Física, facilitando a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

Ao compararmos com a quantidade de exemplos indicadas nos mapas conceituais dos alunos (**Tabela 4**), se verifica que apenas o aluno A16 não apresentou nenhum exemplo, mas isso não desqualifica o seu mapa conceitual, considerando que os outros elementos anteriormente discutidos são vistos como mais relevantes (NOVAK; GOWIN, 1999). Os demais alunos apresentaram valores entre 02 e 12 exemplos, ou seja, uma quantidade muito superior ao mapa de referência, levando à conclusão de que muitas das ligações apresentadas em alguns desses mapas estavam direcionadas à exemplificação.

Não há problema em apresentar números elevados de exemplos, eles são importantes para a Aprendizagem Significativa se auxiliarem na retenção dos conceitos por um maior período de tempo. Moreira (2006) afirma que os exemplos podem contribuir para a aquisição de novos significados para os conceitos de ordem mais elevado nos níveis hierárquicos.

Ressaltamos que, na medida em que há uma familiarização quanto ao uso dos mapas conceituais, os alunos tendem a apresentar esses elementos aqui discutidos de forma mais clara e ampla, sendo comum que mapas conceituais construídos posteriormente apresentem melhores resultados.

Moreira e Masini (1982) também reafirmam que não há um jeito certo de construir mapas conceituais, logo, mapas conceituais traçados pela mesma pessoa se diferenciam na medida em que ela atribui novos significados para seus subsunçores. Neste sentido, é comum que o aluno, ao elaborar vários mapas conceituais de um mesmo conteúdo, substitua os exemplos por novos conceitos fixados em sua estrutura cognitiva a partir das novas relações de superordenação (GOMES, 2017).

4.2.2 Pontuação de Mapas Conceituais

Uma segunda possibilidade para o uso dos mapas conceituais é a atribuição de notas por meio da pontuação, o que pode ser muito útil como instrumento de avaliação. Essa pontuação pode ser obtida utilizando todos os elementos que constam na **Tabela 5**, na qual atribuímos uma pontuação específica para cada um dos mapas conceituais conforme seu grau de relevância para a Aprendizagem Significativa, de acordo com Novak e Gowin (1999).

Seguindo a orientação desses autores, a partir da estrutura de referência, atribuímos a ela uma pontuação inicial e comparamos com a pontuação obtida pelos mapas conceituais estruturados pelos alunos. Novak e Gowin (1999) sugerem a realização de uma divisão dos pontos alcançados na avaliação dos mapas conceituais dos alunos, pelos pontos da estrutura de referência, para que seja possível a análise do aproveitamento a partir de porcentagem.

Na **Tabela 5** apresentamos os dados referentes a todos os mapas conceituais, bem como os pesos atribuídos a cada um dos elementos, baseados nas sugestões de Novak e Gowin (1999):

Tabela 5 - Resultados da pontuação dos mapas conceituais

Elementos (peso)/ Alunos	Proposições (2)	Hierarquia (5)	Ligações simples (1)	Ligações cruzadas (10/2)	Exemplos (1)	Total de pontos	%
A5	14	04	22	00	07	77	100
A6	10	05	20	01	06	73	95
A9	12	05	25	00	12	86	117
A15	14	05	16	01	02	73	95
A16	10	03	10	00	00	45	58
A17	07	03	09	00	02	40	52
A23	12	04	17	00	05	66	90
A25	12	06	14	01	02	72	97
Estrutura de ref.	14	04	16	02	01	77	100

Fonte: o autor, 2020.

O total de pontos que constam na **Tabela 5** foram obtidos pela atribuição dos pesos correspondentes a cada elemento, já os percentuais foram obtidos por meio da divisão da pontuação dos mapas conceituais dos alunos pelos pontos da estrutura de referência, conforme sugerem Novak e Gowin (1999). O resultado em porcentagem foi ajustado conforme a regra de aproximação, para facilitação da análise e discussão.

Apesar de não ser usual a atribuição de pontos para mapas conceituais, eles favorecem uma análise quantitativa do conjunto de elementos essenciais e fornecem dados relevantes quanto ao entendimento conceitual dos conteúdos por parte dos aprendizes. Mesmo estando cientes de que todos os mapas conceituais são diferentes, por meio da pontuação é possível inferir se houve novas assimilações na estrutura cognitiva do aluno, o que contribui para a diferenciação, a reelaboração e a estabilidade de ideias (MOREIRA; MASINI, 2001).

Essa pontuação auxilia o professor na atribuição de notas a partir de uma ferramenta avaliativa não usual, dispensando em partes o formalismo aplicado nas avaliações tradicionais. A pontuação obtida na maioria dos mapas avaliados apontou indícios de ressignificação cognitiva, porque o mapa conceitual proporciona para quem o constrói uma visão global do conjunto das relações entre conceitos em segmentos de estruturação mais reduzidos (NOVAK; GOWIN, 1999), o que usualmente é definido pela teoria da Aprendizagem Significativa como diferenciação progressiva.

Quanto aos demais mapas, na **Tabela 5** é possível verificar que 06 dos 08 alunos atingiram pontuação bem significativa em relação à estrutura de referência. Logo, 75% deste grupo apresenta uma pontuação satisfatória, ou seja, acima dos 70% de aproveitamento.

Novak e Gowin (1999) afirmam que alguns mapas conceituais podem apresentar valores superiores a 100% ao mapa de referência. No nosso caso, uma estrutura de referência, o que demonstra uma grande familiarização com essa estratégia de ensino e domínio dos conceitos estudados.

Essa afirmação foi por nós constatada somente no mapa conceitual do aluno A9, com um total de 86 pontos, isto é, seu mapa alcançou um potencial de 117% em relação ao mapa de referência. Essa pontuação superior indicou que o aluno tem uma maior organização e retenção dos conteúdos, havendo fortes indícios da reconciliação integradora, pois estes conceitos foram ressignificados e servirão como subsunçores para futuras situações de aprendizagem.

Os outros cinco mapas conceituais pontuaram valores entre 90% e 100%, ficando muito próximos ou iguais à pontuação do mapa de referência. No do mapa construído pelo aluno A5, ele atingiu os mesmos 77 pontos do mapa de referência, mostrando que, apesar de apresentarem diferenças estruturais e conceituais em suas assimilações, foi possível alcançar numericamente os mesmos resultados.

Os mapas construídos pelos alunos A6, A15, A23 e A27 apresentaram, respectivamente, pontuação de 95, 95, 90 e 97 pontos, estando muito próximos ao valor de nossa referência. Essa proximidade de pontos nos forneceu indícios importantes da mudança conceitual dos alunos e que possivelmente tenham chegado a Aprendizagem Significativa, porque apresentavam os elementos necessários para mapa conceituais, segundo a definição de Novak e Gowin (1999).

O mapa conceitual do aluno A16 obteve 45 pontos, e do aluno A17, 40 pontos, sendo essas as menores pontuações, que em termos percentuais representaram, respectivamente, 58% e 52%, sendo estes dois os únicos alunos que finalizaram o semestre letivo e reprovaram.

Diante desses resultados, podemos analisar que eles não foram considerados satisfatórios para uma avaliação, como já vinha ocorrendo com as demais estratégias ativas e avaliações, porém, não ficaram muito abaixo dos 70% de aproveitamento, que é o mínimo necessário para que houvesse a aprovação.

Como o mapa conceitual se trata de uma ferramenta dinâmica para a organização das ideias e pode ser refeito quantas vezes for necessário, talvez em uma segunda oportunidade esses dois alunos viessem a obter mais sucesso em suas construções, porque poderiam refletir sobre as suas possíveis inconsistências e verificar a falta de conceitos básicos para o eletromagnetismo, bem como refletir quanto a sua organização cognitiva. Gomes, Batista e Fusinato (2019) ressaltam a importância da reconstrução do mapa conceitual para o aprendiz, porque ela levará à reflexão sobre os conteúdos abordados, podendo perceber se aprendeu efetivamente, principalmente que seu esforço valeu a pena.

A ideia de pontuar os mapas conceituais não deve ser vista como um sistema de classificação e penalização por notas, mas como uma avaliação ativa que pode ser reconstruída e repensada, haja vista que o maior ganho ocorre quando se contribui para a retenção, assimilação e ressignificação dos conceitos. Desta forma, se a aprendizagem é significativa, então, a estrutura cognitiva deve ser constantemente reorganizada por diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Esse fator mostra que mapas traçados em momentos diferentes são distintos, mesmo que tenham sido construídos pela mesma pessoa a partir da mesma temática (MOREIRA, 2010).

A pontuação alcançada pela maioria dos alunos demonstra a efetividade do mapa conceitual enquanto estratégia de avaliação diferente da tradicional. E isso poderia ser melhorado ainda mais caso os alunos explicassem oralmente seus mapas e tivessem uma nova oportunidade de reconstruí-los.

No contexto das metodologias ativas, os mapas conceituais favorecem o protagonismo dos alunos para a organização de suas ideias, atribuindo-lhes liberdade para pensar, relacionar e estruturar o pensamento. Esses fatores são essenciais para o desenvolvimento profissional, porque evidenciam os conceitos a partir de relações lógicas e reduzem analiticamente determinado conhecimento a seus elementos básicos (SILVA, 2018).

4.3 ALGUMAS PONDERAÇÕES QUANTO AO USO DAS METODOLOGIAS ATIVAS NA FÍSICA 3

A disciplina de Física 3, ofertada aos estudantes do 2º período do curso de Engenharia Eletrônica da UTFPR/CM, aborda o estudo detalhado do conceito de carga elétrica e suas aplicações. Nela, os alunos aprendem sobre campo elétrico e suas aplicações, campo magnético e suas aplicações e circuitos elétricos. Ao final da disciplina, os alunos devem ser capazes de resolver circuitos elétricos, bem como relacionar os campos elétrico e magnético a partir das equações de Maxwell, a fim de discutir o princípio de conservação da energia.

Ao propormos a disciplina de Física 3 via metodologias ativas, procuramos viabilizar meios para potencializar o aprendizado de seus conteúdos, mas também nos dispusemos a nos desafiar enquanto formadores, porque todas as nossas ações foram planejadas de modo que pudéssemos valorizar a ação dos aprendizes, reduzindo a dependência destes com relação à figura do docente. Deste modo, para que as estratégias ativas contribuíssem efetivamente com o processo de ensino e aprendizagem, tivemos que mudar nossa postura docente em sala de aula, a fim de destacar o papel ativo de todos envolvidos neste processo.

Um dos fatores essenciais para nosso trabalho foi, de certa forma, usar elementos da Sala de Aula Invertida na maioria das aulas, mesmo naquelas em que desenvolvemos de forma expositiva e dialogada. Assim, sempre antes das aulas, os acadêmicos recebiam textos e materiais de apoio para serem estudados previamente, o que contribuiu para que ganhássemos tempo nas aulas, direcionando-as para conteúdos essenciais, bem como apoiando os aprendizes nos momentos em que as dúvidas surgiram.

No **Quadro 4** mostramos quais conteúdos foram desenvolvidos durante o semestre letivo e seus respectivos encaminhamentos metodológicos. No fim de cada uma destas aulas sempre propusemos atividades de fechamento em sala que direcionassem os alunos a pensar e discutir os conteúdos desenvolvidos em alguma aplicação prática, isto é, uma situação que poderá ser vivenciada em sua profissão futuramente. Neste sentido, trabalhamos o desenvolvimento de suas competências e os avaliamos formativamente.

No início do semestre letivo explicamos aos educandos como seria o encaminhamento metodológico da disciplina, ressaltando que o sucesso na mesma dependeria muito da postura e comprometimento deles. Encontramos algumas resistências e também uma falta de compromisso de alguns, que foram sendo minimizadas no decorrer das aulas, quando compreenderam que se tratava de uma avaliação formativa e continuada, na qual a

participação, o compromisso e o interesse deveriam ser explicitados nas ações das atividades propostas.

Essas atitudes favoreceram para o cumprimento da ementa da disciplina na sua integralidade; contribuiu para que tivéssemos a aprovação de 25 alunos, ou seja, 92,6% apresentou desempenho suficiente para aprovação. E mesmo que contabilizássemos a aluna que desistiu durante o semestre, ainda obteríamos um percentual de aprovação acima de 89%, bem acima dos índices que foram apontados por diversos pesquisadores (MOREIRA, 2018; VIDAL; CUNHA, 2019), quando analisaram as disciplinas de ciências exatas, que indicaram reprovações acima de 50%.

Esse percentual de aprovação oferece indicativos de que a utilização das metodologias ativas abre um caminho promissor para o ensino de Física 3 na Engenharia, podendo ser ampliado para as demais disciplinas da Física e do núcleo comum, bem como para as disciplinas específicas, caminhando assim no sentido de atender as demandas do CDIO e das DCNs.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento das metodologias ativas busca atender aos anseios de profissionais da educação que querem aulas mais dinamizadas e com alunos participativos, em contraposição ao modelo tradicional de ensino, ainda muito arraigado neste meio. É no Ensino Superior que essa constatação se acentua, porque grande parte das aulas ainda são tradicionais, as quais consistem em o professor ser o detentor do conhecimento, e o aluno o receptor, na qual se deposita o conhecimento, também conhecido como ‘educação bancária’.

Assim, nos cursos de Engenharia, de uma maneira geral, não é diferente, apesar de pesquisadores indicarem a necessidade de mudanças no modelo de ensino e aprendizagem desde a última década do século XX. Isso influenciou o estabelecimento das DCNs para as Engenharias em 2001, que já apontavam um caminho para uma aprendizagem ativa. Entretanto, transcorridas quase duas décadas, o que verificamos ainda é um ensino truncado e muito dependente da figura do professor, formando engenheiros que não atendem às necessidades contemporâneas do mundo do trabalho.

Esses fatores levaram novamente o Ministério da Educação a estabelecer novas DCNs no ano de 2019, que enfatizam ainda mais o uso de estratégias ativas de ensino, e que atendam ao novo perfil de alunos que está ingressando nestes cursos. Estes são nativos digitais e estão acostumados com um sistema de interação dinâmico na qual dispõem de informações a todo tempo na palma da mão. Então, o grande desafio, segundo essas novas DCNs, é fazer com que esse grande volume de informações se tornem conhecimentos úteis para o profissional, desenvolvendo a capacidade de liderança, as relações interpessoais e proporcione uma formação que permita aprender continuamente.

Nesse sentido, as metodologias ativas, com suas mais diversas estratégias, tendem a contribuir com todo esse processo, porque têm como objetivo principal deslocar o processo de ensino e aprendizagem para o aluno, tornando-o também responsável pela sua formação, na qual destaca-se o papel ativo de todos os atores envolvidos. Apesar da maioria destas estratégias estarem embasadas em um modelo construtivista de ensino - não sendo tão inovadoras assim -, constatamos que pouco delas tem sido utilizada no ensino superior brasileiro, considerando o volume de pesquisas desenvolvidas no Brasil nos últimos 20 anos.

Consequentemente, isso nos leva a concluir que este é um dos motivos pelo qual ainda estamos tão atrelados ao ensino tradicional; porque ao pesquisarmos a quantidade de metodologias ativas desenvolvidas nessa etapa de ensino, constatamos que elas representam uma parcela ínfima das pesquisas do ensino superior. Por meio deste estudo foi possível

perceber que ainda há poucas pesquisas realizadas, especialmente na área de Engenharia, apesar das orientações das DCNs serem muito claras quanto ao seu uso.

Buscando ainda mapear o uso das metodologias ativas no ensino de Engenharia, realizamos um estado do conhecimento em dois grandes bancos de teses e dissertações, com as palavras-chave “ensino de engenharia” e “metodologias ativas”, com um recorte temporal de 20 anos. Considerando a quantidade de cursos de Engenharia no Brasil, bem como os programas de pós-graduação desse período, identificamos apenas oito pesquisas que versam sobre o tema, estando concentradas nos últimos cinco anos.

De uma maneira geral, os pesquisadores apontaram pontos positivos quanto à utilização das metodologias ativas, e ao mesmo tempo algumas limitações que precisam ser superadas, ou seja, ainda há lacunas que precisam ser preenchidas para a efetiva utilização no ensino de Engenharia.

Quando pesquisamos em periódicos de três importantes portais brasileiros (Google Scholar, Portal da CAPES e Scielo), foram selecionadas 16 publicações apenas nos últimos cinco anos, utilizando as mesmas palavras-chave e recorte temporal. Da mesma forma, ao utilizarmos os mesmos mecanismos de busca em uma revista especializada no ensino de Engenharia, selecionamos mais 13 publicações, sendo que apenas um destes artigos foi publicado no ano de 2011, e o restante também se concentrara nos últimos cinco anos.

Por meios das análises das categorias, constatamos que a grande maioria destes periódicos se concentrou em aplicações pontuais de práticas das metodologias ativas em algumas disciplinas e/ou conteúdos em diversos cursos da área. Percebemos também uma maior aplicação das estratégias ABPr e ABPj, o que indica uma maior popularização destas metodologias ativas no Ensino de Engenharia e inferências positivas quanto à aplicação no Ensino.

É relevante destacar que vários dos artigos selecionados foram publicados pelos mesmos pesquisadores das teses e dissertações que havíamos selecionado, indicando alguns nichos de pesquisas neste campo no Brasil. Outros, porém, têm se dedicado a estudos sistêmicos a respeito do uso destas estratégias, principalmente quanto à grade curricular destes cursos, a resistência a mudanças por parte de alunos e professores e estrutura física e material das universidades. Estes têm sido fatores impeditivos para a grande ampliação das metodologias ativas no ensino de Engenharia atualmente.

Também constatamos que nenhuma das teses, dissertações e periódicos apresentaram dados referentes à aplicação das metodologias ativas para o ensino de Física dentro das

componentes curriculares da Engenharia. Tivemos pesquisas que se valeram de alguns conceitos da Física para a implementação, mas não como o foco principal. Isso nos levou a concluir que somente o ensino de Física, por si só, já é um grande campo para o desenvolvimento de pesquisas no futuro, visando potencializar o seu aprendizado.

Por meio do curso de Física 3, buscamos inserir várias estratégias ativas no contexto da disciplina, com o objetivo de tornar o aprendizado dinâmico, direcionando o foco do processo de ensino e aprendizagem para os alunos. Assim sendo, diagnosticar o conhecimento desses alunos foi de suma importância, visto que foi a partir de então que planejamos as ações que foram desenvolvidas com a turma. Portanto, se tratou de um momento riquíssimo e importante para todo esse processo, porque possibilitou o planejamento das aulas, a escolha de estratégias ativas e a preparação de recursos didáticos para cada um dos momentos.

Cientes quanto ao desenvolvimento da pesquisa, a avaliação diagnóstica mostrou que a grande maioria dos acadêmicos não estava com um nível de conhecimento adequado para o desenvolvimento do curso de Física 3. Inicialmente, eles foram submetidos ao Método do Caso, e notamos uma boa interação dos participantes na discussão e proposição de soluções, indicando ações positivas acerca da estratégia. Entretanto, foi possível notar uma grande dependência dos alunos em relação à figura do professor, por estarem acostumados com anos de ensino tradicionalista. As ações e soluções propostas pelos alunos para o caso em questão indicaram uma assertividade quanto ao uso dessa estratégia, demonstrando elementos que nos possibilitaram inferir a ocorrência da Aprendizagem Significativa para o ensino de eletrostática.

Ao trabalhar com as metodologias ativas, temos que ter ciência quanto à necessidade dos estudos em equipe e o quanto esses momentos enriquecem o aprendizado dos alunos. Neste sentido, adaptamos a metodologia ativa *Peer Instruction* em laboratório para entender o funcionamento do gerador de Van de Graaff por meio dos processos de eletrização, aproveitando também para inserir os conceitos de materiais condutores, isolantes e série triboelétrica. Com essa estratégia, os alunos puderam vivenciar a capacidade de argumentação, discussão, negociação e convencimento dos pares a partir de argumentos científicos.

Esses argumentos, na maioria das vezes, foram pautados nos conhecimentos prévios dos aprendizes, que foram se modificando na medida em que as discussões aos pares ocorreram, isto é, a evidência de que ocorreu a reconciliação integradora. Verificamos,

portanto, a aquisição de conhecimentos físicos, bem como o exercício de outras habilidades que são necessárias para que qualquer profissional que venha atender ao mundo do trabalho.

Por meio do levantamento das publicações científicas com relação às metodologias ativas, constatamos que a ABPr é uma das mais conhecidas e utilizada no ensino das Engenharias. Nós utilizamos essa estratégia para o ensino de conceitos de eletrodinâmica, principalmente resistência e potência elétrica. Em um primeiro momento, todos os alunos conseguiram em grupo identificar o problema apresentado, algo que consideramos satisfatório e positivo para a estratégia.

Com relação às soluções apresentadas pelas várias equipes, elas divergiram bastante, o que é natural devido aos diferentes subsunçores de cada aluno, mas que ao final houve soluções corretas embasadas nos conhecimentos físicos corretos e esperados. Porém houve soluções que se pautaram em outras estratégias, embasadas em conceitos de terminologia ou mesmo envolvendo elementos relacionados à questão administrativa de uma empresa.

Essas diferentes possibilidades enriqueceram a aula, mostrando a efetividade desta estratégia quando exigimos que os aprendizes apresentem soluções para uma situação real, que poderá fazer de sua profissão no futuro. Neste sentido, a atividade mostrou-se muito produtiva, o que nos levou a concluir que ela contribuiu significativamente para a aprendizagem dos alunos, sendo que isso ficou bem claro quando as soluções foram ao encontro das categorias que analisamos.

Já com a sala de Sala de Aula Invertida, ficou evidente a necessidade de desenvolver essa estratégia ao longo do curso, e não apenas como uma prática pontual, pois é de suma importância que o aluno se acostume a buscar, estudando previamente para as aulas e possa ser um participante ativo, com discussões, argumentos sólidos e dúvidas. É nesse momento que o professor deve agir com outras estratégias para potencializar o aprendizado, valendo-se de outras práticas associadas que foram descritas e implementadas nesta pesquisa.

Assim sendo, o aluno terá a presença do professor para aprender a Física no momento que as dificuldades surgem, sendo apoiado pelos seus pares. Logo, durante o curso constatamos que para o desenvolvimento desta estratégia há a necessidade de uma mudança drástica na postura de alunos e professores, pelo fato de que o docente deverá incentivar a aprendizagem autônoma, mas oferecendo apoio sempre que houver necessidade por parte dos aprendizes.

Da mesma forma que a ABPr, constatamos que a ABPj também é uma das metodologias ativas mais utilizadas, entretanto, ainda muito restrita a determinadas ações

pontuais. Por meio da ABPj, foram identificados muitos elementos que nos permitiram inferir a ocorrência da Aprendizagem Significativa, principalmente pelas respostas fornecidas no questionário. Foram identificados os elementos das duas categorias e que comprovaram que, quando estudamos para ensinar, aprendemos muito mais, além da satisfação com a realização de um trabalho, o que indica o grande potencial dessa estratégia para o aprendizado da Física, aproximando o seu ensino de situações reais e práticas.

Quanto aos mapas conceituais, estes mostraram qualitativamente e quantitativamente a eficácia para o desenvolvimento de avaliações, porque neles verificamos a ocorrência de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Estas são fundamentais para a constatação da Aprendizagem Significativa, pois permitiram que o aprendiz reorganizasse suas ideias e relacionasse os novos conceitos compreendidos com novas situações, alterando sua estrutura cognitiva, isto é, a formação de novos subsunçores.

Todas as etapas desta pesquisa indicaram pontos positivos com relação ao uso das metodologias ativas, bem como a viabilidade de suas implementações no Curso de Física 3. Entretanto, elas foram consorciadas com aulas expositivas e dialogadas para que fossem mantidos alguns formalismos exigidos pela disciplina de Física. Essas, porém, foram ministradas de uma maneira dinâmica, exigindo uma grande participação dos alunos, visto que, a cada aula sempre houve atividades de fim de aula, e que os colocava para pensar sobre o que aprenderam, e não mais no sistema de aula expositiva e lista de exercícios.

Esse planejamento da disciplina, em que parte dos conteúdos foram desenvolvidos com uso de algumas metodologias ativas para o ensino de Física 3, possibilitou que toda a ementa fosse trabalhada dentro da carga horária disponível, e isso influenciou para que uma menor quantidade de alunos tivesse desempenhos abaixo da média, e, conseqüentemente num baixo índice de reprovação. Ressaltamos que o desenvolvimento da disciplina e a dinâmica da aula, depende do planejamento e conduta do professor, portanto, em outras situações parecidas com o mesmo conteúdo, poderão resultar em resultados diferentes dos apresentados nesta pesquisa. No entanto, considerando o total de componentes curriculares de todo um curso de Engenharia Eletrônica, uma disciplina ministrada dessa forma indica um caminho a ser seguido, mas que precisa ser ampliado.

Nossa pesquisa mostrou que a utilização das metodologias ativas apresentou dados relativos ao desenvolvimento das competências e habilidades para os futuros engenheiros eletricitas, também se destacaram elementos que tangenciam a ocorrência da Aprendizagem Significativa. Assim, como possibilidade de trabalhos futuros, destaca-se a partir desta tese o

entendimento de como se dá a Aprendizagem Significativa de conteúdos da disciplina de Física 3 a partir das metodologias ativas.

Isso permite inferir que há um espectro muito grande para o uso das metodologias ativas nos cursos de Engenharia, havendo muito campo para futuras pesquisas na busca de formar o profissional capaz de atender às demandas sociais e profissionais contemporâneas. Neste sentido, as metodologias ativas se mostram como uma temática emergente, indicando ser um objeto de pesquisas no intuito de formar engenheiros capazes de atender às novas DCNs e também as competências elencadas pelo movimento CDIO.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, R. A.; FURTADO, J. C.; KIPPER, L. M. Simulação como ferramenta no ensino de engenharia: problematização e promoção da vivência em processos produtivos. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 34, n. 1, p. 73-83, 2015.
- ALMEIDA, C. M. **Uma abordagem vivencial do método PBL no ensino de Engenharia de Software**. 2016, 156 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Software) - Centro de Estudos Avançados do Recife (CESAR), Recife, 2016.
- ALMEIDA, M. E. B. Apresentação. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. xix-xii
- ANDRADE, J. P.; SARTORI, J. O Professor autor e experiências significativas na educação do século XXI: estratégias ativas baseadas na contextualização da aprendizagem. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 175-198.
- ANGELO, M. F. *et al.* Aplicação e avaliação do método PBL em um componente curricular integrado de programação de computadores. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 33, n. 2, p. 31-43, 2014.
- ANGELO, M. F.; BERTONI, F. C. Análise da aplicação do método PBL no processo de ensino e aprendizagem em curso de Engenharia de Computação. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 30, n. 2, p. 35-42, 2011.
- ARAÚJO, R. M.; HORA, H. R. M.; SHIMODA, E. A importância do Ensino de Física na formação e exercício do engenheiro de produção. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 2, p. 146-163, 2018.
- AULETE, F. J. de C.; GEIGER, P (orgs.). **Novíssimo Aulete**: dicionário contemporâneo da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Lexikon, 2011.
- AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BACICH, L.; MORAN, J (orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BACICH, L.; MORAN, J. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. **Revista Pátio**, n. 25, p. 45-47, jun. 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Rio de Janeiro: Edições 70, 1977.
- BARDINI, V. S. S.; SPALDING, M. Aplicação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem: experiência na área de Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2017.

BATISTA, M. C. **Um estudo sobre o ensino de astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais.** 2016, 183 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física. **Revista Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009.

BATTESINI, M.; MATEUS, A. L. S. Aprendendo com aviões de papel: metodologias ativas no ensino de engenharia de produção. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 3, p. 81-94, 2018.

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. **Acesso e visibilidade às teses e dissertações brasileiras.** [2018]. Disponível em: <http://bdttd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica.** 6ª ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

BOTH, I. J. **Avaliação planejada, aprendizagem consentida: é ensinando que se avalia, é avaliando que se ensina.** Curitiba: InterSaberes, 2012a.

BOTH, I. J. **Avaliação: “voz da consciência” da aprendizagem.** 2ª ed. Curitiba: Ibplex, 2012b.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 02, de 24 de abril de 2019.** Define as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192 , Acesso em: 10 fev.2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **PROCESSO nº: 23001.000141/2015-11.** Consulta Pública Para Estabelecer as Novas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Agosto de 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2018-pdf/93861-texto-referencia-dcn-de-engenharia/file>. Acesso em 04 fev.2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer Conselho Nacional de Educação Básica nº 1362/2001.** Proposta de instituição de Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>, Acesso em 04 fev.2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 11, de 11 de março de 2002.** Define as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf> Acessado em 04 fev.2018.

BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. **Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CAMARGO, F. Porque utilizar metodologias ativas de aprendizagem. *In: CAMARGO, F.; DAROS, T (orgs.). A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo.* Porto Alegre: Penso, 2018. p. 13-17.

CAPECHI, M. C. V. Problematização no Ensino de Ciências. *In: CARVALHO, A. M. P. (org). Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de física no ensino médio e a formação de professores. **Estudos avançados.** São Paulo, v.32, n. 94, p. 43-55, sep.-dec., 2018.

CHIBINSKI, M.; OSTEN, F. B. VON DER. Procedimento sistêmico da implantação de metodologias ativas prevendo garantia do ganho de aprendizagem. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR.** 22. ed. p.1-7, nov. 2019.

CHINAGLIA, E. F.; SANTOS, R. B. B. Aprendizagem ativa para turmas grandes em sala de aula convencionais. **Revista de Ensino de Engenharia,** v. 37, n. 2, p. 03-11, 2018.

CIRILO, R. P. **Integração entre a Aprendizagem Baseada em Projetos e a FlexQuest:** uma proposta para os cursos de engenharia. 2018. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

CORREIA, P. R. M.; SILVA, A. C.; ROMANO JUNIOR, J. G. Mapas conceituais como ferramentas de avaliação na sala de aula. **Revista de Ensino de Engenharia,** v. 32, n. 4, p. 1-8, 2010.

CRAWLEY, E. F. *et al.* The CDIO Syllabus v2.0: an updated statement of goals for engineering education. *In: 7th INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, 2011, Anais...* Technical University of Denmark, Copenhagen, 2011.

CZELUSNIAK, D. J. Inovação no ensino de engenharia: o caso da disciplina de algoritmos. **Sustainable Business International Journal.** nº. 75, fev., 2018.

DAROS, T. Metodologias ativas: aspectos históricos e desafios atuais. *In: CAMARGO, F.; DAROS, T (orgs.). A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo.* Porto Alegre: Penso, 2018. p. 8-12.

DEMO, Pedro. **Pesquisa Participante: Mito e Realidade.** UNB/INEP. Brasília, 1982.

DESLANDES, S. F. A construção do projeto de pesquisa. *In: MINAYO, M. C. S. (org.) Pesquisa social: teoria, método e criatividade.* 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

FERNANDES, S. G. P. Algumas considerações sobre o ensino de Física no Brasil e seus reflexos na formação de professores. **Mimesis,** Bauru, v. 18, n. 1, p. 53-63, 1997.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade,** v. 23, n. 79, p. 257-272, ago. 2002.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Tradução de Joice Elias Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREITAS, P. G. S. **Elaboração de uma sequência didática para a aprendizagem significativa de luminotécnica para os cursos de engenharia: uma proposta com as metodologias ativas de ESM, IPC e PBL**. 2017. 364 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2017.

FURTADO, A. E.; NASCIMENTO, D. F.L.; SILVA, J. W. J. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) aplicada simultaneamente para estudantes de engenharia de 3º e 7º períodos como ferramenta motivacional. **Práxis**, v. 10, n.19, p. 33-44, jun. 2018.

GIL, A. C. **Didática no ensino superior**. 1. ed. 10. imp. São Paulo: Atlas, 2017.

GOMES, E. C. **Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações CTS**. 2017, 197 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação no ensino de física. **REnCiMa**, v. 10, n. 3, p. 58-78, 2019.

GONÇALVES, D. K. C.; AGUILAR, M. T. P. Metodologias ativas aplicadas na disciplina de saneamento ambiental no curso de engenharia civil. **Brazil Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 19315-19326, sep., 2019.

GRAHAM, A. **Como escrever e usar estudos de caso para o ensino e aprendizagem no setor público**. Brasília: ENAP, 2010.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.

HOFFMANN, J. M. L. **Avaliação: mito e desafio: uma perspectiva construtivista**. Porto Alegre: Mediação, 1991.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1991.

LACERDA, F. C. B.; SANTOS, L. M. Integralidade na formação do ensino superior: metodologias ativas de aprendizagem. **Avaliação, Campinas; Sorocaba**, v. 23, n. 3, p. 611-627, nov. 2018.

LAMAS, D. P. D-B. *et al.* Implementação e análise de estratégias para o desenvolvimento de competências em grupo de estudantes de engenharia química a partir de metodologias ativas. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 2, p. 12-23, 2018.

LEAL, E. A.; MEDEIROS, C. R. de O.; FERREIRA, L. V. O uso de método do caso de ensino na educação na área de negócios. *In*: LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. C (orgs.). **Revolucionando a sala de aula: como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem**. São Paulo: Atlas, 2018. p. 93-104.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 30ª reim. São Paulo, SP: Cortez, 1994.

LITTO, F. M. Prefácio. *In*: FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

LOPES, C. S. G. **Aprendizagem ativa na formação do engenheiro: a influência para aquisição de competências baseadas em uma visão sistêmica**. 2016. 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

LOPES, C. S. G. *et al.* O uso de metodologias ativas de aprendizagem na disciplina de Higiene e Segurança Industrial e o desenvolvimento de competências. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 39, p. 113-120, 2018.

LORENZIN, M.; ASSUMPCÃO, C. M.; BIZERRA, A. Desenvolvimento do currículo STEAM no ensino médio: a formação de professores em movimento. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. (orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 199-219.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 4. reimpr. São Paulo: Atlas, 2017.

MARQUES, E. C.; LANÇA, T.; QUIRINO, S. B. Análise da aplicação de um projeto interdisciplinar na educação de futuros engenheiros: montagem de máquinas térmicas com materiais reciclados. **GEPROS- Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, ano 10, n. 4, p. 121-137, out.-dez., 2015.

MARTINEZ, R. M.; TARDELLI, E. R. Estudo de caso sobre o uso de dinâmicas para o ensino de ferramentas da qualidade para engenharia. **REBES**, Passo Fundo, v. 4, n. 3, p. 74-90, jul.-set., 2018.

MASETTO, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

MASETTO, M. T. Metodologias ativas no ensino superior: para além da sua aplicação, quando fazem a diferença na formação profissional. **e-Curriculum**, v. 16, n. 3, p. 650-667, jul.-set., 2018.

MATTAR, J. **Metodologias ativas: para a educação presencial, blended e a distância**. São Paulo: Artesenato Educacional, 2017.

MAZUR, E. **Peer Instruction**: revolução da aprendizagem ativa. Trad. Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, 2015.

MELLO, J. C. C. B.; MELLO, M. H. C. Integração entre o ensino de cálculo e o de pesquisa operacional. **Production**, v.13, n. 2, p. 123-129, 2003.

MENEZES, L. C. Mais paixão no ensino de Ciências. **Nova escola**, ano 18, n. 159, p. 19-21, fev. 2003.

MENEZES, M. A. A. Do método de caso ao *case*: a trajetória de uma ferramenta pedagógica. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 129-143, jan.-abr., 2009.

MINAYO, M. C. S (org.). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 21^a ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: E.P. U., 1992.

MORAES, E. V. **Compartilhamento de ambientes de aprendizagem com laboratórios remotos**. 2016, 163 f. Tese (Doutorado em engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, 2018.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa**. Aula inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais - Instituto de Física - Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá- MT, 2010. Aceito para publicação, *Curriculum, La Laguna, Espanha*, 2012.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Diagramas V**. Porto Alegre: Edição do autor, 2006.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectivas e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p.154-164, jul.-dez., 2014.

NARDI, R. Memórias da educação em ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n.1, p. 63-101, 2005.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano, 1999.

OLIVEIRA, G. M. F.; SANTIAGO, M. M. L.; ARAÚJO, M. L. F. Análise do projeto pedagógico de um curso de engenharia civil face ao PBL. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, n. 2, p. 66-74, 2019.

OLIVEIRA, T. E. **Adoção de inovações didáticas no ensino Universitário de física na perspectiva de transposição praxiológicas**. 2019, 189 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física Moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Física**. V. 29, nº. 3, p. 447 – 454, 2007.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PAVANELO, E; LIMA, R. Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. **Bolema**, v. 31, n. 58, p. 739-759, ago. 2017.

PEREIRA, C. S.; SANTOS JR, G. Metodologias de ensino para a formação de engenheiros no ensino superior: uma revisão sistemática. **Laplage em Revista**, v. 4, n. 3, p. 180-189, set.-dez., 2018.

PINTO, J. M. **Análise do comportamento de aprendizagem em disciplina de engenharia por meio da intercalação entre o método de ensino tradicional e o ativo: um estudo de caso**. 2016, 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2016.

RECH, C. *et al.* Desenvolvimento de competências por meio da metodologia *Project based learning*: um estudo de caso na disciplina de instrumentação. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 1, p. 140-149, 2019.

RIBEIRO, B. S.; PIGOSSO, L. T.; PASTORIO, D. P. Implementação de metodologias ativas de ensino em uma turma de física básica: um estudo de caso. **Enzeñanza de la Física**, v. 31, n. 2, p. 31-45, 2019.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov. 2007.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n. 1, p. 37-50, 2006.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. O Ensino de Ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações Educacionais. **Revista Ibero-americana**, n. 58/2, 2012.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

SANCHES, M. B.; Neves, M. C. D. S. **A Física moderna e contemporânea no ensino médio: uma reflexão didática**. Maringá: Eduem, 2011.

SANTOS, M. M. **Previsão sobre o uso das metodologias ativas de ensino em cursos de nível superior**. 2019, 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2019.

SILVA, C. S. S.; SOUZA, D. S. O enfoque CTSA e o uso de metodologias ativas no ensino superior: uma análise baseada na discussão de notícias sobre acidentes ambientais envolvendo produtos químicos. **Ensino em Re-vista**, v. 26, n. 3, p. 919-941, set.-dez., 2019.

SILVA, J. C.; TONINI, A. M. O processo educativo baseado em problemas e a formação de competências do engenheiro. **RBECT**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 364-385, set.-dez., 2018.

SILVA, M. C. D. V. **Análise do método de aprendizagem baseada em problemas no ensino de engenharia de produção**. 2014, 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014.

SILVA, R. M. R. **Aprendizagem Baseada em Projetos: um olhar sobre a experiência da implementação da ABP em um curso de engenharia**. 2019, 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

SILVA, R. M. R.; SALGADO, T. D. M. Aprendizagem baseada em projetos (ABP) e curso de engenharia de materiais: o que dizem os discentes? **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, n. 1, p. 23-33, 2019.

SILVA, S. **Avaliações mais criativas: ideias para trabalhos nota 10!** Petrópolis, RJ: Vozes, 2018.

SOARES, M. A. *et al.* Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) *ou Problem – Based Learning (PBL)*: podemos contar com essa alternativa? *In*: LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. de C. (orgs). **Revolucionando a sala de aula: como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem**. São Paulo: Atlas, 2018.

STEFENON, S. F. Aplicação das metodologias ativas no ensino de engenharia através da avaliação integrativa na Universidade do Planalto Catarinense, Brasil. **Interciencia**, v. 44, n. 7, p. 408-413, jul., 2019.

TEIXEIRA, R. L. P. *et al.* Metodologia ativa: um estudo de caso na disciplina de desenho em estudantes de engenharia da geração Z. **Humanidades e Inovação**, v. 6, n. 12, p. 309-321, 2019.

TEIXEIRA, R. L. P.; TEIXEIRA, C. H. S. B.; BRITO, M. L. A. A formação profissional do engenheiro: um enfoque nas metodologias ativas de aprendizagem em universidade federal. **RBEPT**, v. 2, 2018.

TENREIRO, M. O. V.; BRANDALISE, M. A.T. Avaliação da Aprendizagem e currículo: algumas reflexões. **Olha de Professor**. Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 129-139, 2002.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

TOLOCZKO, F. R.; GONÇALVES, M. C. C.; BARALDI, E. C. Seleção de metodologias de ensino para processos de usinagem, baseada em programas de graduação brasileiros e estrangeiros. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, n. 2, p. 108-118, 2019.

TORRES, J. B. MENDES, A. SOUZA, M. V. O mapeamento de conhecimentos em rede como estratégia de ensino e aprendizagem – uma visão ampliada de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n.1, p. 13-25, 2018.

URIAS, G. M. P. **Das práticas tradicionais as reflexivas: os caminhos percorridos no processo de mudança metodológica nas aulas de Física de uma instituição de ensino superior**. 2017, 188f. Tese (Doutorado em Educação Para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.

VALENTE, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. (orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 26-44.

VELOSO, C. S. M. et al. Educação empreendedora e as novas diretrizes curriculares nacionais em engenharia. **Brazil Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 11, p. 23263-23268, nov. 2019.

VENTURINI, S. F.; SILVA, T. O. Uso e benefícios das metodologias ativas em uma disciplina de engenharia de produção. **CIPPUS**, Canoas/RS, v. 6, n. 1, p. 59-74, mai., 2018.

VIDAL, L. A.; CUNHA, C. R. A reprovação nas disciplinas de física da engenharia causada pela ausência de bases matemáticas nos ensinamentos fundamental e médio. **Experiências em ensino de ciências**, v. 14, n. 1, p. 510-521, 2019.

VIEIRA, E. M. metodologias ativas aplicadas no ensino de geoprocessamento. **Experiências em Ensino de Ciência**, v.12, n. 8, p. 153-162, 2017.

VIEIRA, K.; LIMA, V. A. A. A utilização do PBL nos cursos de engenharia do Brasil - uma análise bibliométrica. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 3, p. 102-113, 2018.

VISON, L.; MOTTA, A. de M. **Ciência e Pesquisa: livro didático**. Palhoça: UnisulVirtual, 2011.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZANATTA, S. C. A base nacional comum curricular (BNCC) no contexto técnico-industrial eletrônica e as interferências do terceiro setor – um olhar para o ensino de Física. *In*: NEVES, M. C. D.; ZANATTA, S. C.; TROGELLO, A. G (orgs.) **Conhecimento público, educação tutorial e outras reflexões sobre o ensino de ciências**. Maringá: LCV-UEM, 2017, 13-34.

Apêndices

Apêndice A - Modelo do Termo de consentimento livre e esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Nós Ederson Carlos Gomes, Polônia Altoé Fusinato e Michel Corci Batista, responsáveis pela pesquisa: ESTUDO DE UM CURSO DE FÍSICA 3 (BÁSICA) PARA A ENGENHARIA UTILIZANDO METODOLOGIAS ATIVAS, estamos fazendo um convite para você participar como voluntário deste nosso estudo. Esta pesquisa pretende investigar as contribuições de uma proposta de um curso de Física 3 (básica) com abordagem diferente da convencionalmente adotada nos cursos de engenharias, com enfoque nas metodologias ativas.

Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com algum dos pesquisadores ou com o Conselho de Ética em Pesquisa.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Autorização:

Eu, _____, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresse minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

Assinatura do voluntário

Dados dos pesquisadores:

Polônia Altoé Fusinato
Universidade Estadual de Maringá
Fone: (44) 3227-2678
altoepoly@gmail.com

Ederson Carlos Gomes
Universidade Estadual de Maringá
Fone: (44) 99337119
edersoncgomes@gmail.com

Michel Corci Batista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Fone: (44) 98805-6242
michel@utfpr.edu.br

Apêndice B - Modelo do termo de autorização institucional

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Ilustríssimo (a) Senhor (a) _____.

Eu, Ederson Carlos Gomes, aluno do Curso de Doutorado em Educação para Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá venho pelo presente, solicitar vossa autorização para realizar este projeto de pesquisa na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão, para o trabalho de pesquisa sob o título, ESTUDO DE UM CURSO DE FÍSICA 3 (BÁSICA) PARA A ENGENHARIA UTILIZANDO METODOLOGIAS ATIVAS, Orientado pela Professora Dra. Polônia Altoé Fusinato e Coorientado pelo Professor Dr. Michel Corci Batista.

Este projeto de pesquisa atendendo o disposto na Resolução CNS 196 de 10 de outubro de 1996, tem como objetivo investigar as contribuições de uma proposta de um curso de Física 3 (básica) com abordagem com enfoque nas metodologias ativas. Para isso, serão propostos e implementados no segundo período da graduação em Engenharia Elétrica, na disciplina de Física 3, diversos recursos de aprendizagem e avaliativos fundamentados, buscando reformular o curso de Física 3, desenvolvendo uma sequência de aulas com todos os passos planejados sobre eletricidade, relacionando teórica e prática. O objetivo dessa etapa consiste em realizar uma coleta de dados a fim de podermos investigar as produções dos acadêmicos (as), se o trabalho a se desenvolver proporcionará uma efetiva aprendizagem. Esta atividade apresenta riscos mínimos visto que os participantes podem eventualmente sentirem-se desconfortáveis com o fato de estarem participando de uma pesquisa, no entanto fica claro que ele poderá solicitar esclarecimentos ou mesmos desistir de participar à qualquer momento.

A sequência de aulas com metodologias ativas está prevista para acontecer durante todo o segundo semestre de 2019 e as datas dos encontros serão definidas em acordo com a instituição.

Espera-se com esta pesquisa, fornecer subsídios importantes para o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física 3. Qualquer informação adicional poderá ser obtida através do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá e pelos pesquisadores Ederson Carlos Gomes (email: edersoncgomes@gmail.com - fone: (44) 99933 - 7119), Polônia Altoé Fusinato (email: altoepoly@gmail.com - fone: (44) 3227 - 2678) e Michel Corci Batista (email: michel@utfpr.edu.br – Fone (44) 98805-6242).

A qualquer momento vossa senhoria poderá solicitar esclarecimento sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa que está sendo realizado e, sem qualquer tipo de cobrança, poderá retirar sua autorização. Os pesquisadores aptos a esclarecer estes pontos e, em caso de necessidade, dar indicações para solucionar ou contornar qualquer mal estar que possa surgir em decorrência da pesquisa.

Os dados obtidos nesta pesquisa serão utilizados na publicação de artigos científicos e que, assumimos a total responsabilidade de não publicar qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes de vossa instituição como nome, endereço e outras informações pessoais não serão em hipótese alguma publicados. A participação será voluntária, não fornecemos por ela qualquer tipo de pagamento.

Autorização Institucional

Eu, _____ responsável pela instituição Universidade Tecnológica Federal do Paraná declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa acima, e concordo em autorizar a execução da mesma nesta instituição. Caso necessário, a qualquer momento como instituição CO-PARTICIPANTE desta pesquisa poderemos revogar esta autorização, se comprovada atividades que causem algum prejuízo à esta instituição ou ainda, a qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes desta instituição. Declaro também, que não recebemos qualquer pagamento por esta autorização bem como os participantes também não receberão qualquer tipo de pagamento.

Conforme Resolução CNS 196 de 10/10/1996 a pesquisa só terá início nesta instituição após apresentação do **Parecer de Aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos**.

Informamos ainda, que é prerrogativa desta instituição proceder a re-análise ética da pesquisa, solicitando, portanto, o parecer de ratificação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos desta Instituição (se houver).

Pesquisador	Responsável pela Instituição
-------------	------------------------------

Orientador

Documento em duas vias:

1ª via instituição

2ª via pesquisadores