

Aprendizagem baseada em times como encaminhamento para a mediação pedagógica no ensino de Física

Michel Corci Batista¹

Ederson Carlos Gomes²

Oscar Rodrigues dos Santos³

Resumo: A presente pesquisa, objetivou investigar a implementação da Aprendizagem Baseada em Times (ABT), na disciplina de Física 3 em um curso de engenharia eletrônica, por meio de uma atividade experimental em laboratório, almejando favorecer o processo de Aprendizagem Significativa (TAS). O trabalho possui uma abordagem qualitativa do tipo descritiva e enquadra-se como uma observação participante. Para a constituição dos dados utilizou-se os documentos produzidos pelos participantes da pesquisa bem como o diário de campo dos pesquisadores, sendo analisados por meio da metodologia da análise de conteúdo, buscando inferências do progresso de aprendizado e que pudesse evidenciar a Aprendizagem Significativa. A partir dos resultados é possível inferir que a metodologia ativa da ABT funcionou como motivadora no processo de ensino e aprendizagem, e juntamente com outras estratégias fez com que os alunos saíssem de uma condição de passividade, para se valer de um protagonismo na construção de seus próprios conhecimentos.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Times. Ensino de Física. Metodologias Ativas. Ensino em Engenharia.

Team-based learning as a guide to pedagogical mediation in Physics teaching

Abstract: The present research aimed to investigate the implementation of Team-Based Learning (ABT), in the Physics 3 discipline in an electronic engineering course, through an experimental activity in the laboratory, aiming to favor the process of Meaningful Learning (TAS). The work has a qualitative, descriptive approach and is framed as participant observation. To create the data, documents produced by research participants were used, as well as the researchers' field diary, which were analyzed using the content analysis methodology, seeking inferences about learning progress that could demonstrate Meaningful Learning. From the results, it is possible to infer that the active methodology of ABT worked as a motivator in the teaching and learning process, and together with other strategies it made students leave a condition of passivity, to take advantage of a leading role in the construction of their own knowledge.

Keywords: Team-Based Learning. Physics Teaching. Active Methodologies. Teaching in Engineering.

El aprendizaje en equipo como guía para la mediación pedagógica

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná — Campo Mourão (PR), Brasil. ✉ michel@utfpr.edu.br 
<https://orcid.org/0000-0001-7328-2721>.

² Secretaria do Estado de Educação — Campo Mourão (PR), Brasil. ✉ edersoncgomes@gmail.com 
<https://orcid.org/0000-0002-3519-324X>.

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná — Campo Mourão (PR), Brasil. ✉ oscarsantos@utfpr.edu.br 
<https://orcid.org/0000-0002-0987-1465>.

en la enseñanza de la Física

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo investigar la implementación del Aprendizaje Basado en Equipos (ABT), en la disciplina Física 3 en un curso de ingeniería electrónica, a través de una actividad experimental en el laboratorio, con el objetivo de favorecer el proceso de Aprendizaje Significativo (TAS). El trabajo tiene un enfoque cualitativo, descriptivo y se enmarca en la observación participante. Para la creación de los datos se utilizaron documentos producidos por los participantes de la investigación, así como el diario de campo de los investigadores, los cuales fueron analizados mediante la metodología de análisis de contenido, buscando inferencias sobre el progreso del aprendizaje que pudieran demostrar un Aprendizaje Significativo. De los resultados, es posible inferir que la metodología activa de ABT funcionó como motivador en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y en conjunto con otras estrategias hizo que los estudiantes salieran de una condición de pasividad, para aprovechar un rol protagónico en la construcción de sus propios conocimientos.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Equipos. Enseñanza de Física. Metodologías Activas. Docencia en Ingeniería.

1 Introdução

A Física é uma das ciências mais antigas e permeia a vida dos seres humanos, estando presente na base das tecnologias da informação e comunicação, da engenharia, das técnicas de diagnósticos e tratamentos usados na medicina. Ela ainda apresenta modelos e teorias que explicam grande parte do mundo em que vivemos (Moreira, 2018). 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.

Entretanto, o seu ensino enfrenta dificuldades para romper com a abordagem tradicional que é pautada em explicitação do conteúdo pelo professor, alicerçado em um currículo rígido. 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. 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 teorias foram desenvolvidas trazendo para discussão aspectos cognitivos, buscando entender como um sujeito aprende, a partir dessa corrente foi possível pensar estratégias com a intenção de possibilitar um aprendizado contextualizado, no qual o aprendiz pudesse participar

ativamente do processo de aprendizagem (Ramos *et al.*, 2020; Gomes, Batista e Fusinato, 2021; 2022). Assim, a perspectiva construtivista está alicerçada nas características da abordagem cognitivista, porque o professor carece de promover atividade mental auto estruturante, que possibilite ao aprendiz levantar hipóteses, estabelecer relações, generalizar, contextualizar 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 (Gil, 2017).

Neste sentido, o construtivismo tende a aproximar o ensino com a realidade do aprendiz, pois os conhecimentos de Física ensinados aos estudantes devem se desenvolver para que eles compreendam os movimentos da natureza.

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 e Sartori, 2018, p. 181).

Filatro e Cavalcanti (2018) detalham que as competências fundamentais para os profissionais e cidadãos do século XXI, estão relacionadas com colaboração, solução de problemas, pensamento crítico, curiosidade e imaginação, liderança por influência, agilidade e adaptabilidade, iniciativa e empreendedorismo, comunicação oral e escrita eficaz e acesso a informações para análise.

Neste sentido, as metodologias ativas podem contribuir na formação de 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, pois, 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).

Nessa perspectiva, reconhecemos na metodologia intitulada ABT (Aprendizagem Baseada em Times) uma possibilidade de potencializar a aprendizagem de conceitos físicos, desenvolvendo habilidades de trabalho em equipes ou times, por meio de uma estrutura que envolve, entre outras atividades, resolução de problemas (Michaelsen, 2004).

Assim, partimos da seguinte problemática: como uma prática didático-pedagógica baseada na metodologia ativa da ABT pode auxiliar no desenvolvimento das competências necessárias aos profissionais de engenharia?

A temática da pesquisa insere-se na discussão da formação de um profissional autônomo, preparado para lidar com todas as dimensões que se exige na atualidade. Com base nessas reflexões, nosso trabalho teve como objetivo investigar a contribuição da ABT, aplicada em uma turma do curso de Engenharia Eletrônica, na disciplina de Física 3 de uma Universidade Federal da região centro oeste do estado do Paraná.

2 Fundamentação teórica

Segundo Moreira (2018), um erro cometido no ensino da Física para futuros engenheiros, está em desenvolvê-lo 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 pouco interessante ou útil para a vida dos futuros profissionais, que deverão utilizar tais conhecimentos em situações reais quando forem exercer suas funções no mundo do trabalho.

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, as metodologias ativas caminham nesta direção, visto que “focam os papéis desempenhados no processo e as atividades realizadas por eles” (Filatro e Cavalcanti, 2018, p. 4). Ainda segundo essas autoras, todas essas metodologias convergem no sentido de colocar o ser humano no centro do processo educacional. Marques, Lança e Quirino (2015), afirmam que:

[...] 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 (p. 122).

Dentre essas metodologias ativas, destacamos a ABT, considerando a necessidade de trabalho em equipe na construção dos conhecimentos, pois ela se apresenta como uma forma colaborativa de trabalho que pressupõe a formação de equipes, tendo em vista o compartilhamento de diferentes habilidades no processo de ensino e aprendizagem (Neto e Soster, 2017). Portanto, os estudantes são orientados a trabalhar coletivamente para que alcancem objetivos comuns de aprendizado e desenvolvimento de competências. Essa estratégia de ensino foi desenvolvida:

[...] pelo professor de gestão e negócios Larry Michaelsen, no final dos anos 70, na Universidade de Oklahoma (EUA). O método tem como foco melhorar a aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo, através de uma estrutura que envolve: o gerenciamento de equipes de aprendizagem, tarefas de preparação e aplicação de conceitos, feedback constante e avaliação entre os colegas (Oliveira, Araújo e Veit, 2016, p. 5).

Conforme Oliveira, Araújo e Veit (2016, p. 1), a ABT ou TBL (Team-Based Learning) “busca melhorar os resultados de aprendizagem e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo por meio de atividades de preparação prévia, resolução de problemas (individualmente e em pequenos grupos), entre outras estratégias”. Para isso, os times são organizados com quantidades de participantes definidas, e que possuem diferentes habilidades, de modo que são responsáveis por ajudar uns aos outros a aprender e progredirem juntos. Logo, cada aluno é visto como uma peça fundamental para o sucesso do time, sendo necessário a colaboração de todos, para que se alcancem os objetivos traçados.

A ABT pode proporcionar vários benefícios para os alunos, incluindo o aumento do engajamento, motivação e responsabilidade, sendo necessário manter a organização desta estratégia a partir dos seguintes elementos: organização das equipes; atividades prévias; atividade de aplicação; e avaliações (Michaelsen; Sweet, 2011). Logo, percebe-se que esta estratégia pode ser atrelada a outras metodologias ativas, como Sala de Aula Invertida, Aprendizagem Baseada em Problemas, Instrução por Pares, entre outras, dependendo do conteúdo e do público a ser atendido (Gomes, 2021).

Nessas situações, o professor tem a função avaliar se o problema proposto está alinhado com os objetivos de aprendizagem do curso, disciplina ou conteúdo, pois um bom problema ou tema deve “ser objetivo, simples e engajador para que motive os alunos a participarem das demais etapas do processo” (Filatro e Cavalcanti,

2018, p. 33). Para Mattar (2017), os objetivos de aprendizagem devem ser previamente estabelecidos, com uma sequência a ser estudada.

Assim, o desenvolvimento da ABT é organizado em etapas que são desencadeadas pela proposição de um problema 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) que contribuem para esta estratégia de ensino.

Em relação ao ensino de Física, Oliveira, Araújo e Veit (2016), afirmam que são poucos os trabalhos a respeito do uso da ABT, sendo praticamente relatos de aplicações em contexto definidos no mundo que apresentaram indícios positivos de aprendizagem, porém, necessitavam pesquisas mais aprofundadas. Visando buscar subsídios para o desenvolvimento desta metodologia ativa no Brasil, Oliveira (2016) desenvolveu um trabalho exploratório com uma turma de universitários para o estudo de Eletromagnetismo, e os resultados apontaram que a estratégia tinha potencial para auxiliar na aprendizagem conceitual de Física e para desenvolver crenças de autoeficácia em aprender Física e em trabalhar colaborativamente.

Portanto, a utilização da ABT, pode prover um caminho para o ensino de Física, auxiliando na superação da visão limitada proporcionada pelo ensino tradicional em favor de um ensino centrado no aluno. Dessa forma, viabilizaremos 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 no contexto do curso de engenharia (Moreira, 2018).

3 Procedimentos metodológicos

Este trabalho constitui-se como um estudo de natureza qualitativa, uma vez que busca à análise e interpretação de dados teóricos, não sendo utilizado nenhuma técnica estatística (Batista e Fusinato, 2015). Com relação a sua finalidade, a pesquisa pode ser considerada descritiva. Silva e Menezes (2000, p. 21), afirmam que:

a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento.

Com relação aos procedimentos adotados pode-se dizer que a pesquisa é do tipo observação participante, uma vez que o pesquisador observador admite um posicionamento ativo e interativo, envolvendo-se assim com diferentes aspectos do fenômeno observado. Nesse sentido, a presente pesquisa foi submetida à Plataforma Brasil para fins de apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (COPEP) e obteve aprovação sob o parecer número 3.404.547 do conselho de ética.

A partir deste, desenvolvemos uma atividade de ABT para trabalhar os conteúdos referentes à carga elétrica, processos de eletrização, materiais condutores e isolantes, na disciplina de Física 3 (eletricidade e eletromagnetismo) com 28 acadêmicos do segundo período de curso de graduação em Engenharia Eletrônica do ano de 2019, em uma universidade pública federal. Assim, tivemos condições de constituir 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.

Para tanto, os acadêmicos participantes tiveram antecipadamente acesso ao material disponibilizado pelos pesquisadores em ambiente virtual, caracterizando os estudos individuais por meio da metodologia ativa de Sala de Aula Invertida. Ao chegarem na sala de aula, os acadêmicos foram organizados em times com 4 membros, contemplando grupos bastante heterogêneos, de modo que foram identificados como A1, A2, A3, ..., A28, para então desenvolver a atividade da ABT.

No quadro 1, descrevemos a aplicação dessa estratégia com o intuito de facilitar a compreensão quanto à realização da aula experimental com o gerador de Van de Graaff utilizando a ABT. 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. Em nossa pesquisa, desenvolvemos uma aula experimental no laboratório e por meio de uma aula expositiva dialogada direcionamos a leitura prévia de textos como tarefa, conforme orientação para a implementação dessa estratégia.

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, para buscar as inferências que possam mostrar a aquisição de conhecimento por parte do aprendiz. Assim definimos as seguintes categorias:

- 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.

Quadro 1: Experimento de Van de Graaff

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 ABT.
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 em contato 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. Um dos grupos tem um tempo para convencer o outro de que sua explicação é melhor, 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 melhor. • Todo esse processo deve ser registrado pelos alunos.

Fonte: Autoria própria.

Após definirmos essas categorias, procuramos estabelecer relações com os elementos essenciais da Aprendizagem Significativa por meio das respostas obtidas em uma comparação com os momentos de antes de depois da atividade prática, isto é, a presença dos conhecimentos prévios (subsunçores), organização hierárquica, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Para isto, apresentaremos algumas respostas escritas que nos foram dadas, buscando elementos que pudessem inferir nas categorias a presença de um ganho na aquisição de conhecimento.

4 Resultados e discussão

A ABT foi desenvolvida por volta de 1970 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 (Michaelson, 2004). Para tanto, os acadêmicos necessitam desenvolver em si a cultura de realizar leituras prévias dos materiais que foram disponibilizados antecipadamente, respondendo questões prévias e tomando as notas de aula antecipadamente.

Inicialmente foi realizada uma argumentação a respeito dos conteúdos 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 foi solicitado que uma aluna participasse da atividade experimental conforme descrito no roteiro do quadro 1.

A figura 1 mostra o momento em que foi realizado o 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 foram feitos alguns questionamentos na busca de instigá-los a respeito do fenômeno que estava ocorrendo e dessa forma foram levantadas diversas hipóteses, que posteriormente foram discutidas entre os participantes das equipes.

Figura 1: Momento de demonstração experimental



Fonte: Arquivo dos autores.

Logo após essa atividade introdutória, foi solicitado a cada uma das equipes, que, em suas bancadas manuseassem o gerador, podendo inclusive desmontá-lo, a fim de estabelecerem no pequeno grupo, o princípio físico de funcionamento do mesmo, todos haviam sido prevenidos de que não deveriam consultar nenhum material nesse momento. Depois de certo tempo as equipes já tinham estruturado respostas para o funcionamento do gerador, a fim de explicar o porquê os fios de cabelo da colega haviam se configurado no formato da imagem 1.

Foi nesse momento que houve acaloradas 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, sendo julgado como correto. Em seguida, cada uma das equipes escreveu os resultados de suas discussões em uma folha, não sendo permitida 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 2(a), em que 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 2(b) é possível observar alguns momentos em que ocorreram as análises, com alunos tentando convencer seus colegas acerca de suas respostas, utilizando os argumentos dos seus conhecimentos prévios. Esses momentos são importantes porque possibilitam que os alunos aprendam uns com os outros, exercendo o papel de instrutores ou professores (Filatro e 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).

Figura 2: Momento de discussão entre pares



Fonte: Arquivo dos autores.

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 toda a turma, 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 e Daros, 2018, p. 91).

No final das apresentações foi possível perceber que havia diferentes explicações para um mesmo fenômeno físico, então, escolheu-se dois times com explicações distintas para defender suas conclusões e convencer os demais de que seus argumentos estariam corretos. Esse momento foi acalorado, havendo muitos debates fundamentados em argumentos científicos, porém, ainda repleto de ideias e conceitos de senso comum.

Em seguida, foi solicitado aos demais alunos da sala que elegeisse qual das respostas julgaram a mais correta diante dos argumentos utilizados na ABT. Verificamos que mais de 70% dos participantes optaram por uma das respostas, assim, prosseguimos com o conteúdo após uma breve explicação de aprofundamento realizada pelos professores pesquisadores.

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

Visando apresentar dados acerca da aplicação da ABT, trouxemos a seguir as respostas obtidas pelos alunos, na qual 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.

Apesar de apresentarem conhecimentos válidos em um primeiro momento, ainda foi possível perceber 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:

“Durante a experiência a equipe chegou à 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 e assim fechando o circuito e por isso é possível observar um arco elétrico” (primeira explicação dos alunos A1, A2, A11 e A12).

A resposta apresentada a seguir 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:

“A borracha que se move por estar acoplada ao eixo do motor, entra em atrito com as presilhas do metal eletrizando o topo 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” (primeira explicação dos alunos A13, A18 e A19).

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

Após a implementação da ABT, percebeu-se 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 na sequência, também apresentam os elementos necessários da categoria a (saberes curriculares relativos à eletricidade básica: os alunos compreenderam a natureza e os conceitos de Física desenvolvidos por meio da

metodologia ativa), que é fundamental para uma aprendizagem mais duradoura:

“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 do ar na superfície esférica” (resposta final dos alunos A1, A2, A11 e A12).

Ao se comparar as respostas dos mesmos grupos, entre os momentos inicial e final, verifica-se 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, indicando uma organização hierárquica dos conteúdos. É neste sentido que Matar (2017) defende a implementação da ABT, 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:

“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 o nosso corpo (já que fazemos parte do sistema). Pelo fato do nosso corpo se eletrizar, as cargas de corpo ficam iguais(cabelo) fazendo os fios se repelirem, causando do cabelo arrepiado” (resposta final dos alunos A13, A18 e A19).

Nota-se, 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 diferenciação progressiva da aprendizagem.

A resposta da equipe composta pelos alunos A8, A11 e A18 também converge para a categoria a, mencionada anteriormente, podendo ser constatado por meio da seguinte resposta:

“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 condução com uma carga oposta. Quando se toca na esfera, a aluna acaba sendo eletrizada por contato e seus cabelos acabam por se repelir por estarem carregados por cargas de mesma polaridade (carga de mesmo sinal se repelem)” (explicação dos alunos A8, A11 e A18).

Por meio da análise da resposta anterior, 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).

A busca de respostas gerou nos times 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 (Michaelson, 2004, Menezes, 2009, Gil, 2017, Gomes; Batista; Fusinato, 2019, Gomes; Batista; Fusinato, 2021). Com essas atitudes, verifica-se 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).

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 (Gomes, 2021).

5 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, principalmente no que tange as disciplinas de ciências exatas, em especial a Física.

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. Neste sentido, utilizamos a ABT em aulas de laboratório para entender o funcionamento do gerador de Van de Graaff por meio dos processos de eletrização, aproveitando também para inseri-la 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 nos times ocorreram, isto é, sendo evidência para indicar a ocorrência da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, que são elementos necessários para a Aprendizagem Significativa. Inferimos, 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.

Neste sentido, nossa pesquisa mostrou que a utilização ABT, mesmo sendo em poucas aulas, apresentou dados relativos ao desenvolvimento das competências e habilidades para os futuros engenheiros eletrônicos, também se destacaram elementos que tangenciam a ocorrência da Aprendizagem Significativa.

No entanto, a eficácia dessas metodologias pode variar significativamente entre diferentes grupos de alunos e contextos educacionais. A implementação bem-sucedida dessas metodologias requer um nível de preparação e engajamento dos alunos que pode não ser replicável em todos os cenários. Temos ainda que a disponibilidade de recursos e infraestrutura adequada pode ser uma limitação em outras instituições ou contextos educacionais, dificultando a replicabilidade da pesquisa.

Nossos resultados corroboram a literatura ao verificar que interação entre alunos facilita a aprendizagem colaborativa, em que os estudantes aprendem uns com os outros, atuando como instrutores ou professores. Corroboram ainda quando identificam que as metodologias ativas aumentam o engajamento e a motivação dos alunos, incentivando uma participação mais ativa e proativa no processo de aprendizagem.

Mesmo diante desses aspectos convergentes com a literatura, devemos ressaltar que os resultados e conclusões dessa pesquisa, são específicos a este contexto educacional e não necessariamente aplicáveis a outras disciplinas, instituições ou níveis de ensino. Assim, como perspectiva para futuros trabalhos pretendemos aplicar a pesquisa em diferentes disciplinas, instituições e níveis de ensino, ou seja, implementar estudos de caso em escolas secundárias, outras universidades e cursos de diferentes áreas do conhecimento, a fim de estabelecer relações com os resultados já encontrados.

Esperamos ainda realizar estudos quantitativos, por meio questionários, testes padronizados e análises estatísticas para medir o impacto das metodologias ativas em diferentes contextos, a fim complementar os achados qualitativos.

Referências

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.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Rio de Janeiro: Edições 70, 1977.

BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 6, n. 2, p. 86 - 96, 2015.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora**: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

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.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

GIL, A. C. **Didática no ensino superior**. 1. ed. 10. imp. São Paulo: Atlas, 2017.

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

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. O ensino de eletricidade por aprendizagem baseada em projetos: contribuições da extensão universitária.

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 3, n. 2, p. 202-213, 2022.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. Método de caso: uma proposta no ensino de física para a engenharia. **Caminhos da educação matemática em revista** (online), v. 11, n. 4, p. 47-68, 2021.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização De Mapas Conceituais Como Instrumento De avaliação No Ensino De Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RenCiMa)**, 2019, v.10, n. 3, p.58-78, 2019.

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, v. 10, n. 4, p. 121-137, 2015.

MATTAR, J. **Metodologias ativas**: para a educação presencial, blended e a distância. São Paulo: Artesenato Educacional, 2017.

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, 2009.

MICHAELSEN, L.; SWEET, M. Team-based learning. **New Directions for Teaching and Learning**, n. 128, p. 41-51, 2011.

MICHAELSEN, L. K. Getting Started with Team-Based Learning. In: MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. (Org.). **Team-Based Learning: a transformative use of small groups in college teaching**. Sterling, VA: Stylus Publishing, LLC, 2004. p. 27-50.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: E.P. U., 1992.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 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, Currículo, La Laguna, Espanha, 2012.

NETO, O. M.; SOSTER, T. S (Org.). **Inovação acadêmica e aprendizagem ativa (recurso eletrônico)**. Porto Alegre: Penso, p. 41-49, 2017.

OLIVEIRA, T. E.; ARAÚJO, S. A.; VEIT, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 962-986, 2016.

OLIVEIRA, T. E. de. **Aprendizagem de física, trabalho colaborativo e crenças de autoeficácia**: um estudo de caso com o método Team-Based Learning em uma disciplina introdutória de eletromagnetismo. 2016. 209f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre.

RAMOS, F. P.; DANHONI NEVES, M. C.; FONTES, A. S.; BATISTA, M. C. Alfabetização Científica e as visões deformadas no ensino de ciências: Algumas reflexões sobre os discursos dos professores de física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 11, n. 3, p. 1-15, 2020.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. e atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SOARES, M. A.; SOARES, M. A.; BOTINHA, R. A.; CASA NOVA, S. P. C.; SOARES, S. V.; BULAON, C. 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.