

## MÉTODO DE CASO: UMA PROPOSTA NO ENSINO DE FÍSICA PARA A ENGENHARIA

### **Ederson Carlos Gomes**

Doutor em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática pela Universidade Estadual de Maringá/UEM. Professor de Física no Ensino Médio e Ciências no Ensino Fundamental da SEED-PR. E-mail: edersoncgomes@gmail.com

### **Michel Corci Batista**

Doutor em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática pela Universidade Estadual de Maringá/UEM. Professor do Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.

E-mail: profcorci@gmail.com

### **Polônia Altoé Fusinato**

Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo/USP. Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática da Universidade Estadual de Maringá/UEM.

E-mail: altoepoly@gmail.com

**Resumo:** As metodologias ativas são vistas como estratégias de ensino que podem contribuir para uma mudança no ensino, auxiliando na superação do modelo tradicional e atendendo os anseios formativos necessários para o ensino de Física na engenharia. Nessa perspectiva este trabalho investiga a contribuição do Método de Caso para o ensino de eletrostática na disciplina de Física III do curso de engenharia eletrônica de uma universidade pública Federal do Paraná. Nossa pesquisa possui natureza qualitativa, na qual os dados foram constituídos durante a implementação da proposta por meio das ações desenvolvidas e as soluções apresentadas, como instrumentos de constituição dos dados utilizamos o diário de campo do pesquisador e todos os documentos produzidos pelos alunos durante a aula. Os dados foram analisados a luz da teoria da Análise de Conteúdo a fim de verificar os elementos teóricos da aprendizagem significativa, como os conhecimentos prévios, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Constatamos que o Método de Caso para ensino de Física III motivou os acadêmicos a buscar diferentes soluções para o caso proposto, favorecendo o aprendizado, porque os dados indicaram a ocorrência de indícios da aprendizagem significativa, bem como favoreceu o desenvolvimento das habilidades para trabalhar colaborativamente, proatividade na busca do conhecimento, capacidade de negociação e convencimento. Concluímos que o uso dessa essa estratégia pode potencializar o aprendizado por tornar a aula de Física mais atrativa e dinâmica na busca de superar o modelo tradicional, contribuindo também para a formação do engenheiro com o perfil profissional que se exige na atualidade.

**Palavras-chave:** Metodologias Ativas, Ensino de Física, Método de Caso, Pesquisa Ação.

## CASE METHOD: A PROPOSAL IN PHYSICAL EDUCATION FOR ENGINEERING

**Abstract:** Active methodologies are seen as teaching strategies that can contribute to a change in teaching, helping to overcome the traditional model and meeting the training desires necessary for teaching Physics in engineering. In this perspective, this work aims to investigate the contribution of the Case Method to the teaching of electrostatics in the discipline of Physics III of the electronic engineering course of a federal public university in Paraná. Our research has a qualitative nature, in which the data were constituted during the implementation of the proposal through the actions developed and the solutions presented, as instruments of data constitution we use the researcher's field diary and all the documents produced by the students during the class. The data were analyzed in the light of the Content Analysis theory in order to verify the theoretical elements of meaningful learning, such as previous knowledge, progressive differentiation and integrative reconciliation. We found that the Case Method for teaching Physics III motivated academics to seek different solutions for the proposed Case, favoring learning, because the data indicated the occurrence of evidence of significant learning, as well as favoring the development of skills to work collaboratively, proactivity in the search for knowledge, negotiation skills and convincing. We conclude that the use of this strategy can enhance learning by making the Physics class more attractive and dynamic in the search to overcome the traditional model, also contributing to the formation of the engineer with the professional profile that is required today.

**Keywords:** Active Methodologies, Physics Teaching, Case Method, Action Research.

## INTRODUÇÃO

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. Elas representam alternativas pedagógicas capazes de inovar e proporcionar aos acadêmicos de engenharia um aprendizado autônomo, que saiba utilizar os recursos tecnológicos, enfrentando problemas e conflitos do campo profissional, de modo que sejam resolvidos e se projetem num futuro que atenda as diversidades e demandas contemporâneas.

Assim, tendem a aproximar o ensino com a realidade do aprendiz, e na Física em especial deve desenvolver os conteúdos ensinados aos estudantes de modo que 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 esses proporcionaram e proporcionam a humanidade, bem como seus fundamentos históricos e toda sua aplicabilidade no mundo contemporâneo. Neste sentido, o ensino de Física, principalmente no ensino superior deve ocorrer com base em situações que tenham sentido para os alunos (MOREIRA, 2018).

Segundo Moreira (2018), um erro cometido no Ensino Superior na qual a Física é ensinada para os futuros engenheiros, sem utilizar situações de engenharia, o que muitas vezes levam os acadêmicos a não perceber a importância desta área do conhecimento para suas carreiras. Estes fatos, muitas vezes tornam o processo de ensino e aprendizagem menos interessante, e pouco significativo para a vida dos futuros engenheiros que deverão utilizá-los 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 deduções e resoluções para comprovação de teoremas, apresentação de teorias e leis da Física. Isso leva a um ensino expositivo, maçante, monótono e desinteressante para os acadêmicos envolvidos nesse processo, limitando a aprendizagem e aprovação da maioria. Corroborando Moreira (2018, p.78), afirma que “Física é muito mais do que fórmulas e respostas corretas”.

Esse modelo de ensino, classificado como “bancário” por Paulo Freire (1992), 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 apropriação dos conhecimentos de Física para que fiquem retidos na estrutura cognitiva de forma duradoura, ou seja, 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 nos 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 aluno 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.

Essas competências, vão na direção da formação almejada para o futuro engenheiro, conforme estabelecido nas novas DCNs (Diretrizes Curriculares Nacionais) do curso de graduação em engenharia, publicado 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 na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de engenharia no âmbito dos Sistemas de Educação Superior do país e enfatizam 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 problema.

Gomes (2021) realizou um ‘estado do conhecimento’ com relação as teses, dissertações e periódicos publicados nos últimos 20 anos no Brasil acerca do uso das metodologias ativas para o ensino de engenharia e constatou que poucas pesquisas foram realizadas na área, considerando o montante de pesquisas realizadas no país nesse período. Essas pesquisas foram realizadas em diversas disciplinas, indicando pontos positivos quanto à utilização dessas metodologias e limitações que precisam ser superadas.

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, apontou 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.

Segundo Marques, Lança e Quirino (2014):

[...] 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 passa gerenciar trabalhos em equipes, ou seja, que possua experiências prévias e capacidade de criar procedimentos que satisfaçam as empresas (MARQUES, LANÇA E QUIRINO, 2014, p. 122).

Filatro e Cavalcanti (2018) afirmam que as metodologias ativas podem ser adotadas para desenvolver estas competências, que são tão relevantes para a engenharia no século XXI, desde que sejam adequadas ao contexto educacional, e por isso 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. Nesta 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 conjunto de estratégias de ensino que pode promover compreensão real dos conhecimentos da Física e melhorar o seu aprendizado se faz necessário para a formação do futuro egresso de engenharia, para que possa atender as possíveis atribuições que lhes são destinadas.

Assim sendo, partimos da seguinte problemática: Ao propor e desenvolver a metodologia ativa do Método de Caso na disciplina de Física III, este proporcionará um aprendizado mais significativo que assegure o desenvolvimento das competências estabelecidas nas DCNs?

Diante dessas considerações, a presente pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições da estratégia ativa Método de Caso para a introdução do ensino de eletrostática na disciplina de Física III em um curso de Engenharia Eletrônica de uma instituição pública Federal do interior do Estado do Paraná.

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.

## REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Método de 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 relatam (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018) que esse método já era utilizado pela Medicina uma década antes, e que foi transposto ao 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, e que levava o estudante a analisar o contexto da situação, criar um plano de ação e tomar decisões. Isso fazia com que os alunos utilizassem uma metodologia adequada que partia de realidades vivenciadas, podendo confrontar teoria e prática.

Essas mesmas autoras evidenciam que o Método de 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 de 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 que o professor desenvolverá seu trabalho (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018).

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

O Método de 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 à um problema mal estruturado e que não possui solução predefinida e que exigirá do aluno identificá-lo, que analise evidências, desenvolva argumentos lógicos, avalie e proponha soluções (LEAL; MEDEIROS;

FERREIRA, 2018). O Método de Caso permite que o estudante tenha uma maior aproximação com a situação profissional real ou simulada, de modo que seja possibilitado a aprendizagem de conceitos, teorias, habilidades e valores.

Como parte da perspectiva que alunos e professores são figuras atuantes no processo de aprendizagem, o conhecimento pode ser enriquecido quando os estudantes apresentam 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 de 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, 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 no grande grupo, na qual os estudantes participam e 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, aguardar momento de fala e dispor-se a ouvir as considerações dos demais colegas.

Mattar (2017) afirma que os professores não ensinam, mas orientam a aprendizagem desenvolvendo um estilo para utilizar o Método de Caso, deixando claro as normas e diretrizes da atividade. Deve 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 estabelecerem 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 de 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, pois o mais importante é a discussão ocorrida entre os participantes, a defesa de seus pontos de vista, de forma a colaborar e refletir sobre o problema contido 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 torna-se mais importante do que o conteúdo, devendo ser estabelecido a partir das experiências vividas pelo próprio estudante.

Grahan (2010) enfatiza que o Método de 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 estratégia é a discussão, ela deve envolver a necessidade de desenvolver no aluno 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). Logo, 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.

O Método de Caso pode ser aplicado em qualquer disciplina, 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 de 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. Para isso, 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 de Caso, tais como salas de aulas grandes, lotadas, idade dos alunos e casos descontextualizados de suas localidades ou regiões. Em relação aos últimos cabe ao professor selecionar o caso e o material que será utilizado, podendo ser elaborado por ele próprio ou conseguido a partir de publicações em nível nacional ou internacional.

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

Ainda conforme Leal, Medeiros e Ferreira (2018), por se tratar de um método versátil, ele pode ser aplicado ao ensino presencial e a distância, 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 essa estratégia ativa de ensino, possa contribuir 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 de 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.

## PERCURSO METODOLÓGICO

Para a realização desta pesquisa seguimos os pressupostos da abordagem qualitativa que 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.

Então, dentro dessa abordagem seguimos o preceito metodológico da 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). Nela o pesquisador deve estar inserido no meio, buscando estratégias para que ocorra uma mudança em relação ao problema por ele levantado.

Para isso, é necessário que a metodologia utilizada pelo pesquisador o direcione a aquisição do conhecimento e habilidade para orientar os processos de investigação, tomar decisões oportunas, selecionar conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados (THOLLENT, 2005).

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 esse autor, do ponto de vista científico, a pesquisa-ação é uma proposta metodológica oferece mecanismos para organizar a pesquisa social com uma maior flexibilidade na concepção e na aplicação dos meios de investigação, orientando as atividades dos pesquisadores e esclarecendo suas decisões por meio dos princípios de cientificidade.

Neste sentido, logo após a aplicação de uma avaliação diagnóstica início do semestre letivos, constatamos que a grande maioria dos acadêmicos se encontravam em um nível de conhecimento de Física abaixo do esperado, para o nível em que estavam matriculados. Então optamos por buscar uma estratégia diferenciada de ensino que pudesse resgatar os seus conhecimentos prévios, e também estimulá-los a buscar saberes que não possuíam e seriam necessários para o desenvolvimento da proposta de ensino.

Também buscando atender as DCNs para a engenharia (BRASIL 2019), propusemos uma aula pautada na estratégia ativa Método de Caso para desenvolver os conteúdos introdutórios eletrostática (condutores, isolantes, processos de eletrização e descargas elétricas) na disciplina de Física III, utilizando caso originado de uma situação real. Assim buscávamos uma aprendizagem mais duradoura e significativa, tendo também o objetivo de gerar e analisar os dados fornecidos pelos acadêmicos de maneira sistemática seguindo critérios aceitos pela comunidade científica, a fim de inferir sobre a viabilidade do Método de Caso em um contexto de ensino de Física para 28 acadêmicos (que foram identificados como A1, A2, A3, ..., A28) do 2º semestre do curso de Engenharia Eletrônica em uma universidade federal no interior do Estado do Paraná.

Utilizamos também a técnica de diário de campo como instrumento de constituição de dados, 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.

Para análise dos dados, utilizamos os pressupostos teóricos e metodológicos de Bardin (1977), que estabelece categorias para a análise de conteúdo, consistindo em os pesquisadores delimitar alguns parâmetros que possa inferir 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).

Nesse sentido, estabelecemos a priori duas categorias que poderiam inferir a possibilidade de uma efetividade do uso da metodologia ativa na busca de uma aprendizagem mais duradoura na estrutura cognitiva dos alunos, ou seja, indícios de uma Aprendizagem Significativa. 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, bem como os relacionaram com outras áreas do conhecimento;
- b- Ações no processo avaliativo: os alunos se motivaram, desenvolveram habilidades de comunicação e foram proativos no processo de aprendizagem.

Definidas as 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação de uma avaliação diagnóstica, como ponto de partida para implementação da estratégia ativa, aproveitamos uma discussão trazida pelos alunos no momento inicial da aula sobre uma explosão de um veículo que aconteceu em um posto de combustível, na região metropolitana do Rio de Janeiro, noticiada por um jornal de circulação nacional, e levamos para a sala na aula seguinte, uma reportagem de um caso real e que serviria de base para a introdução dos estudos a respeito dos processos de eletrização. Assim, poderia nos fornecer indícios dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo de eletrostática e para isso propusemos o Método de Caso como uma prática motivadora, integradora e de aprendizado.

Segundo Mattar (2017) o Método de Caso é uma metodologia ativa de ensino que consiste nos alunos apresentar soluções para casos propostos pelos professores. Logo, os alunos são levados a imergir em situações de gestores e decisores, precisando posicionar-se 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 para o caso proposto. Nosso principal objetivo neste momento foi o de instigar os alunos para que identificassem corretamente por meio da leitura de um caso real os conceitos físicos presentes no evento, e que participassem efetivamente do seu processo de aprendizagem, tomando consciência disso ao confrontar a teoria com a prática.

Para isso realizamos os três passos do desenvolvimento do Método de Caso, conforme Leal, Medeiros e Ferreira (2018), realizando inicialmente a leitura exploratória do caso por nós selecionado (**Quadro 1**) ainda em sala com todos os presentes. Em seguida, propomos que as equipes estudassem a situação real como atividade assíncrona, e na aula seguinte retomáramos as discussões, sendo ela o ponto de partida para o desenvolvimento dos conteúdos da aula (processos de eletrização).

**Quadro 01** - Caso real utilizado em sala**CASO**

**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.**

Publicado por ESD Antiestáticos Em Notícias

**LOCAL**

Obras ocorriam 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. O primeiro tanque (início do acidente) será denominado aqui de TQ1 e o segundo de TQ2.

**OCORRÊNCIA**

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, desejavelmente, arremessou o seu teto no momento da explosão.

**OBS:** Ao que tudo indica, no segundo tanque (TQ2), a “solda fraca” do teto atuou (condição desejável).

“**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.

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.

**DISCUTA COM SEU GRUPO SOBRE A MATÉRIA E ELABORE UMA EXPLICAÇÃO FÍSICA PARA O ACIDENTE.**

Fonte: Os autores.

Realizados os procedimentos iniciais, as equipes foram orientadas a buscar uma explicação coerente para o acidente descrito no caso (**Quadro 1**), 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. Essas ações foram sendo anotadas em nosso diário de campo, como uma forma de acompanhamento e avaliação permanente dos acadêmicos.

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 de 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 no processo de aprendizagem), ou seja, os alunos apresentaram-se mais motivados para o estudo da Física, visto o número de alunos que procurou o professor essa semana para fazer questionamentos, isso pode ser constatado por meio das informações registradas no diário de campo.

Transcorridos sete dias, no retorno para a sala de aula os alunos tiveram que apresentar as explicações 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. Reconhecemos esse momento como importante pois um aluno começa a desenvolver a competência de liderança e essa será fundamental para a vida profissional. Como se tratava de apenas 28 alunos, um grupo relativamente pequeno, a terceira etapa do Método de 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.

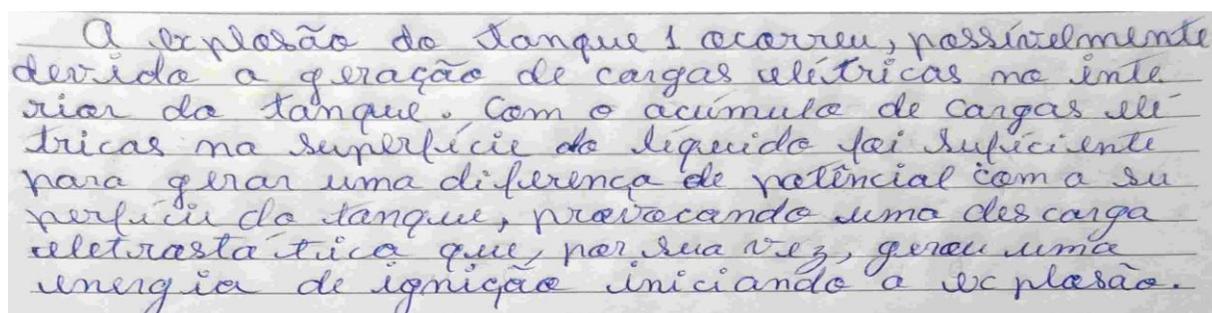
Dentre os 28 alunos participantes da primeira etapa, 25 apresentaram respostas em equipes conforme orientações para implementação dessa estratégia de ensino, porém, 01 aluno optou por trabalhar individualmente e 02 não apresentaram e nem entregaram as solicitações da atividade. Dessa forma, estes últimos não contabilizaram pontos para a avaliação formativa que estávamos desenvolvendo com esta metodologia ativa. Entendemos ainda que esse é um resultado que evidencia uma dificuldade encontrada por nós pesquisadores durante a implementação da proposta, visto que não exigimos formação de grupos, isso deveria partir dos alunos, porém, a atividade para ter êxito de acordo com os referências teóricos adotados deveria ter ocorrido em equipes.

Esse fato pode ter ocorrido porque atribuímos uma maior liberdade para os participantes escolherem seu modo de trabalho, 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, e isso foi evidenciado com 25 dos 28 alunos participantes da proposta, ou seja, 89% dos sujeitos participantes.

Logo após as apresentações e discussões dos fenômenos envolvidos no caso, cada equipe apresentou um texto escrito para a explicação do caso. Dessa forma, foram obtidas nove respostas escritas, nas quais oito delas, que totaliza aproximadamente 90% das respostas, de uma maneira geral, utilizaram argumentos físicos que envolveram os conteúdos de eletrostática, principalmente 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, visto que, este processo deve ser tão valorizado quanto a solução final apresentada pelos grupos (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018; GIL, 2017), não é sobre apresentar a resposta certa, mas sobre uma mudança de postura para o estudo da Física, a teoria da Aprendizagem Significativa diz que um aluno só aprende a partir do momento em que ele decide aprender.

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



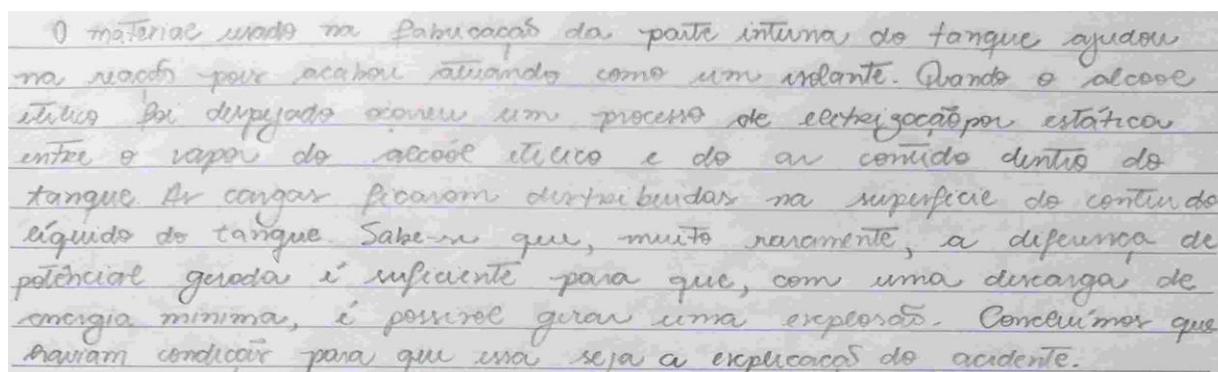
A explosão do tanque 1 ocorreu, possivelmente, devido a geração de cargas elétricas no interior do tanque. Com o acúmulo de cargas elétricas na superfície do líquido foi suficiente para gerar uma diferença de potencial com a superfície do tanque, provocando uma descarga eletrostática que, por sua vez,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

Fonte: Arquivo dos autores.

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 puderam ser minimizadas por meio das ações do docente. Este, 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 de 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 pois acabou 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 essa seja a explicação do acidente.

Fonte: Arquivo dos autores.

Estas respostas corroboram com Mattar (2017), porque o sucesso da utilização do Método de 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 convergiram para respostas similares, apesar de não ter sido identificada nenhuma idêntica.

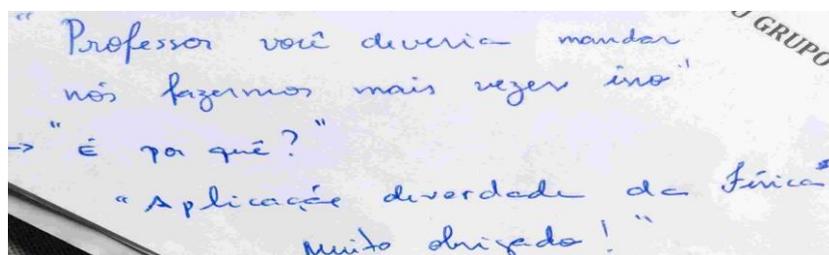
Dessa forma, é possível inferir que os acadêmicos ao apresentarem respostas com conceitos físicos ordenados estavam diferenciando progressivamente os conceitos, isto é, reorganizando seus conhecimentos para que posteriormente pudessem aplicá-los em novas situações que necessite destes saberes, indicando então, a ocorrência também da reconciliação integradora. Essa reestruturação cognitiva são elementos essenciais da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

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

*“Gostei muito professor, nos encontramos duas vezes para fazer a atividade” (A3).*

Essa avaliação positiva é comprovada no depoimento da aluna A5 na **Imagem 3**, 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



Fonte: Arquivo dos autores.

Essa afirmação também nos forneceu indícios de que o Método de Caso pode ser um poderoso motivador para o aprendizado, porque leva os participantes a interagir e 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 novos organizadores prévios ou subsunçores, que são necessários para que a aprendizagem significativa ocorra.

Segundo Mattar (2017), quando se alia o Método de 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 de 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.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso trabalho objetivou investigar a contribuição do Método de Caso para o ensino de eletrostática na disciplina de Física III do curso de Engenharia Eletrônica de uma universidade pública Federal do interior do Paraná.

Por meio da estratégia do Método de Caso notamos uma boa interação dos participantes na discussão e proposição de soluções, indicando ações positivas acerca da estratégia. Entendemos que a estratégia utilizada nesse trabalho permitiu aos alunos, atuarem de forma colaborativa.

Percebemos ainda que os alunos se envolveram substancialmente na busca de respostas para o problema e apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, a estratégia

proporcionou aos alunos um momento de análise e compreensão dos fenômenos físicos envolvidos no caso.

Podemos ainda dizer que a utilização do Método de Caso permitiu aos alunos desenvolverem uma competência específica proposta pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Engenharia que é comunicar-se eficazmente nas formas oral e escrita.

Ressaltamos que o Método de Caso contribuiu significativamente para o processo de aprendizado dos alunos, visto que favoreceu o entendimento dos conteúdos, e isso foi verificado quando se expressaram de forma oral e escrita. Nesse sentido, podemos dizer que a atividade proposta permitiu aos alunos a saírem de sua passividade, mobilizando-os a se tornarem agentes corresponsáveis pela construção de seus conhecimentos e formação profissional qualificada.

Nesse trabalho, não podemos caracterizar o Método de Caso como um instrumento de aprendizagem, pois observamos, neste trabalho, que ele não garante a assimilação do conteúdo. No entanto, deve ser ressaltado como fator motivante no processo de ensino e aprendizagem, dado que auxilia na predisposição do aluno para os estudos e pode, assim, interferir diretamente em sua aprendizagem.

## 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

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.

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

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](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192) >, Acessado em 10/02/2020, as 14:00 horas.

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.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

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. 195 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2021.

GRAHAM, A. **Como escrever e usar estudos de caso para o ensino e aprendizagem no setor público**. Brasília: ENAP, 2010.

LEAL, E. A.; MEDEIROS, C. R. de O.; FERREIRA, L. V. O uso de Método de 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.

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, jan.-abr., 2009.

MINAYO, M. C. S (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21<sup>a</sup> ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, 2018.

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.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2005.