
Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom

Team-based Learning for Doppler Effect teaching: an analysis through Bloom's Taxonomy

Ana Clara Souza Araújo

Beatriz Jales de Paula

Mairton Cavalcante Romeu

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Fortaleza/CE - Brasil

Resumo

Este trabalho teve o intuito de analisar as potencialidades e os desafios da utilização da metodologia Aprendizagem Baseada em Equipes em consonância com a Taxonomia de Bloom, a partir da aplicação de aulas relativas ao Efeito Doppler em turmas do ensino médio integrado do Instituto Federal do Ceará. Assim, utilizou-se um percurso metodológico de cunho experimental descritivo, com natureza aplicada e análise de dados de forma qualitativa e quantitativa. Os resultados sugerem que o uso da metodologia ativa ABE provoca um ganho no que se refere aos níveis do domínio cognitivo proposto pela Taxonomia de Bloom em comparação ao método tradicional de ensino. Por fim, constata-se as contribuições significativas que métodos não convencionais de ensino podem levar ao educando, tendo em vista a necessidade crescente de novos caminhos que o coloquem à frente de seu próprio processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Efeito Doppler; Metodologias Ativas; Taxonomia de Bloom.

Abstract

This work aimed to analyze the potential and challenges of using the Team-Based Learning methodology in line with Bloom's Taxonomy, based on the application of classes related to the Doppler Effect in integrated high school classes at the Federal Institute of Ceará. Thus, a descriptive experimental methodological trajectory was used, with an applied nature and qualitative and quantitative data analysis. The results suggest that the use of the active ABE methodology causes a gain in terms of the levels of the cognitive domain proposed by Bloom's Taxonomy compared to the traditional teaching method. Finally, it notes the significant contributions that non-conventional teaching methods can bring to the student, in view of the growing need for new ways that put him at the leading of his own learning process.

Keywords: Doppler effect; Active Methodologies; Bloom's Taxonomy.

1. Introdução

Com a evolução da sociedade surgiu a necessidade de modificar os métodos de ensino com o intuito de suprir as demandas exigidas para a formação e capacitação do mundo globalizado. De acordo com Sales *et al.* (2017, p. 48) “os métodos convencionais de ensino não são mais suficientes por si só, é necessário desenvolver novas formas de aprendizado [...]”. Assim, o professor, regente de sala de aula, é o principal responsável por incorporar e difundir métodos que sejam capazes de atender a todos os alunos e suas particularidades.

As Metodologias Ativas são instrumentos que permitem o avanço, de modo que colabore para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas. Teóricos como Freire (2009), enfatizam, há muito tempo, a importância de superar a educação bancária, tradicional e focar a aprendizagem no aluno, envolvendo-o, motivando-o e dialogando com ele.

Alguns componentes são fundamentais para o sucesso da aprendizagem: a criação de desafios, atividades, jogos que realmente trazem as competências necessárias para cada etapa, que solicitam informações pertinentes, que oferecem recompensas estimulantes, que combinam percursos pessoais com participação significativa em grupos, que se inserem em plataformas adaptativas, que reconhecem cada aluno e ao mesmo tempo aprendem com a interação, tudo isso utilizando as tecnologias adequadas.

Assim, como discutem Duminelli *et al.* (2019, p. 3966),

as metodologias ativas têm como objetivo a atuação do aluno frente a sua própria conquista de aprendizagem. Esta pode favorecer o aluno em diversos aspectos, dando-lhe características excepcionais não só para sua vida profissional, como também pessoal. (DUMINELLI, 2019, p. 3966).

A metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE), que de acordo com Michaelsen (2007) é uma estratégia de ensino excepcionalmente poderosa e versátil que permite aos professores levar o aprendizado em pequenos grupos a um nível totalmente novo de eficácia. É o único uso pedagógico de pequenos grupos que se baseia no reconhecimento da diferença crítica entre "grupos" e "equipes" e, intencionalmente, emprega procedimentos específicos para transformar grupos recém-formados em equipes de aprendizagem de alto desempenho.

De acordo com Krug *et al.*, (2016) a Aprendizagem Baseada em Equipes é apropriada para todos os tipos de turma, inclusive as que possuem grande número de alunos. Ela proporciona um conjunto de tarefas que responsabiliza o aluno pela sua própria aprendizagem promovendo o protagonismo e metacognição de diversas competências que estão presentes na Base Nacional Comum Curricular. Pode-se considerar a teoria da Epistemologia Genética de Piaget (1999) na utilização de metodologias ativas, como por exemplo a ABE, pois abrange de maneira categórica a dimensão social do ser humano no que diz respeito ao processo de formação de conceitos mediado pelas interações sociais.

No que se refere a metacognição, a Taxonomia de Bloom tem como enfoque designar objetivos de aprendizagem e planejar aulas baseadas nesta identificação, limitando-se a hierarquia dos objetivos da educação. Conforme abordado por Kratwohl (2002), a Taxonomia de Bloom classifica os domínios que se propõe a aprendizagem por meio de uma sistematização de habilidades e processos presentes nas atividades educacionais, constituído critérios de avaliação. Assim, essa taxonomia estabelece níveis hierárquicos, de modo que para o aluno alcançar um nível superior, precisa necessariamente compreender os níveis inferiores.

No Ensino de Física, de acordo com Langhi e Nardi (2012), ainda há uma grande sobreposição do método tradicional de ensino frente as abordagens não convencionais, como as metodologias ativas. Aliado a isso, há um grande tabu no que se refere a complexidade dos conteúdos, de modo que dificulta ainda mais o processo de ensino e aprendizagem. A vista disso, levantou-se o seguinte questionamento: De que forma pode-se comprovar que as metodologias ativas como a ABE trás muito mais ganhos positivos em comparação ao método tradicional de ensino?

Desta maneira com o intuito de analisar as potencialidades e os desafios da utilização da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE) em consonância com a Taxonomia de Bloom, aplicou-se quatro aulas relativas ao conceito de Efeito Doppler, tido como um dos conteúdos mais complexos dentro da Física, em duas turmas do ensino médio integrado do Instituto Federal do Ceará. Para tanto, organizou-se esse artigo em tópicos, delimitando a fundamentação teórica, o aporte metodológico, como também o tratamento dos dados obtidos e algumas considerações finais.

2. Fundamentação Teórica

O aporte teórico utilizado para investigação foi constituído de duas vias de orientação que contribuíram com os aspectos fundamentais em relação ao escopo conteudista do artigo. A primeira delas, se refere as Metodologias Ativas, dando ênfase a Aprendizagem Baseada em Equipes com princípios de Michaelsen (2007), dando-nos uma noção da importância desta metodologia. A segunda está alinhada com as questões referentes a Taxonomia de Bloom, por meio das considerações de Kratwohl *et al.*, (2002), que realizou sua reformulação.

2.1 Metodologias ativas: Aprendizagem Baseada em Equipes

As metodologias ativas são instrumentos que permitem o avanço, de modo que colabore para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas. Teóricos como Freire (2009) e pesquisadores como Manfré (2023), Lemos e Faleiro (2023) e Andrade, Silveira e Rocha (2023) enfatizam, há muito tempo, a importância de superar a educação bancária, tradicional e focar a aprendizagem no aluno, envolvendo-o, motivando-o e dialogando com ele.

Alguns componentes são fundamentais para o sucesso da aprendizagem: a criação de desafios, atividades, jogos que realmente trazem as competências necessárias para cada etapa, que solicitam informações pertinentes, que oferecem recompensas estimulantes, que combinam percursos pessoais com participação significativa em grupos, que se inserem em plataformas adaptativas, que reconhecem cada aluno e ao mesmo tempo aprendem com a interação, tudo isso utilizando as tecnologias adequadas.

A metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE) exige de quem aplica uma organização excepcional dos conteúdos que se deseja repassar, e de quem participa controle e autoavaliação. De acordo com Michaelsen (2007) para que se alcance os objetivos propostos utilizando a Aprendizagem Baseada em Equipes é importante manter determinados aspectos, como: equipes permanentes montadas de forma estratégica, responsabilização por parte dos alunos, fornecimento de um *feedback* frequente e tarefas que promovam aprendizagem significativa para os alunos.

De acordo com Krug *et al.*, (2016) a Aprendizagem Baseada em Equipes é apropriada para todos os tipos de turma, inclusive as que possuem grande número de alunos. Ela proporciona um conjunto de tarefas que responsabiliza o aluno pela sua própria

aprendizagem promovendo o protagonismo e metacognição de diversas competências que estão presentes na Base Nacional Comum Curricular.

A Aprendizagem Baseada em Equipes possui como foco atividades que favorecem a cooperatividade, assim, habilidades como comunicação e raciocínio lógico ganham espaço. Além dessas, a ABE ajuda no desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores como a capacidade de resolver problemas, pensamentos abstratos e alta capacidade de aprendizado (OLIVEIRA, 2016).

Baseado na pesquisa e desenvolvimento da Aprendizagem Baseada em Equipes por Michaelsen (2007), são mostradas a seguir as etapas sugeridas pelo autor, discutidas também por Krug *et al.* (2016) e adaptadas a esta pesquisa: I) Preparo dos alunos: Leitura de Organizadores prévios como textos, vídeos, fotos; II) Garantia de Preparo: Aplicação do Questionário de Preparo; III) Aplicação dos conceitos: Resolução do Questionário baseado na Taxonomia de Bloom e; IV) Processo de Avaliação: Conversa com a turma toda sobre as impressões obtidas.

2.2 Taxonomia de Bloom: grande aliada ao ambiente educacional

Benjamin Samuel Bloom, juntamente com outros educadores classificaram metas e objetivos educacionais com a intenção de desenvolver um sistema de classificação para três domínios: o cognitivo, o afetivo e o psicomotor. Para o domínio cognitivo, criaram a Taxonomia de Bloom, que tem enfoque principal aquilo que os educadores esperam que os alunos compreendam possa ser arranjado numa hierarquia do nível de menor complexidade para o de maior.

De acordo com Kratwohl *et al.*, (2002), esses níveis são compreendidos para serem sucessivos, de tal forma que um nível deve, necessariamente, ser dominado para que o próximo possa ser alcançado. A Taxonomia original de Bloom, incorpora definições para seis categorias principais no que se refere ao domínio cognitivo, são elas: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Essas categorias, possuem ordem hierárquica, da mais simples a mais complexa, onde uma é pré-requisito para a próxima.

A cada uma dessas categorias foram associadas ações que de forma objetiva auxiliam no que corresponde a classificação de uma questão avaliativa em um dos níveis da Taxonomia. A versão original da Taxonomia de Bloom, é abordada por Fuller *et al.*, (2007), onde é discutido que as categorias nem sempre são aplicáveis, tendo em vista que existe uma sobreposição significativa entre elas, além disso existem diferentes

Aprendizagem Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom

interpretações sobre a ordem em que as categorias de análise, síntese e avaliação aparecem na hierarquia.

A partir dessa discussão “verbo-substantivo” e da aplicação prática real de como os professores definem os objetivos gerais e específicos, foi que Krathwohl *et al.*, (2002), começaram a visualizar as mudanças que deveriam fazer na Taxonomia original de Bloom. O primeiro ponto a ser analisado se relacionada ao verbo e a sua associação direta com o objetivo cognitivo, avaliação do objetivo e desenvolvimento das competências.

Para melhor entender a aplicação da proposta, é necessário entender a aplicação de cada uma das categorias. Alguns educadores percebem que a linha que separa uma da outra é extremamente tênue, dando a oportunidade de uma mesma questão ser classificada de forma distinta por diferentes educadores. Assim, no Quadro 01 é possível visualizar a reformulação dos níveis hierárquicos propostos por Krathwohl *et al.*, (2002) e seus respectivos significados.

Quadro 01 – Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom – revisada

CAT.	NÍVEL	SIGNIFICADOS
6	CRIAR	O topo da pirâmide é a criação de trabalho original por parte do estudante, onde podem desenhar, construir, investigar e gerar novas ideias.
5	AVALIAR	Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.
4	ANALISAR	Nesta etapa o estudante faz conexões entre ideias, diferencia opiniões contrastantes, examina novas evidências e conduz experimentos para determinar a validade de uma hipótese.
3	APLICAR	Os estudantes utilizam informação em situações novas como resolução de problemas, implementando planos de ação ou desenhando ideias, baseado em conhecimento prévio.
2	ENTENDER	A próxima etapa na pirâmide representa o estado no qual os estudantes podem explicar ideias ou conceitos. Aqui eles usam habilidades como interpretação, classificação, comparação, síntese e inferência.
1	LEMBRAR	Esse nível de base da pirâmide inclui lembrança de conceitos básicos, como a habilidade de declarar, repetir ou memorizar fatos.

Fonte: Ferraz e Belhot (2010). Adaptado pelos autores, 2023.

Como discutido por Custódio (2011) o fazer e o responder perguntas é uma habilidade que de modo objetivo enriquece o aprendizado, entretanto os professores ficam focados no conteúdo, ou seja, em transmitir apenas as informações no tempo pré-determinado, deixando de lado o rigor da construção dos questionamentos. Mas para se

ter uma educação de excelência é de extrema importância a reserva de um momento para reflexões, de tal forma que se possa elaborar os próprios questionamentos.

Os professores que de fato são preparados, devolvem o questionamento, de forma que socializam a dúvida e por fim, mas não menos importante exploram novas ideias a partir dos questionamentos. É preciso ressaltar o valor de questionar de forma geral e não direcionada, principalmente para questionamentos que podem colocar o aluno em situação constrangedora. Perguntas direcionadas, são necessárias para o estímulo à participação e de forma geral são perguntas de opinião, onde qualquer resposta poderá ser valorizada.

3. Metodologia

Compreendendo a importância do uso de processos metodológicos e científicos para o desenrolar de uma investigação, considerou-se delimitar aspectos que dão uma caracterização científica na medida que explicitam a forma de execução tomada nas etapas sequenciadas. Neste sentido, organizou-se este momento em dois subtópicos, com o intuito de definir preliminarmente alguns conceitos básicos que são inerentes a abordagem metodológica em si e posteriormente, direcionar as fases seguidas para a discussão dos resultados obtidos.

3.1 Elementos técnicos e Científicos da Pesquisa

Como é abordado por Texeira (2003), a ciência é designada como o conhecimento acerca da natureza e sua exploração, através de uma história, um método de investigação e uma comunidade de investigadores. Desta maneira, ao se construir uma pesquisa, é importante delimitar seus aspectos de investigação, de modo que o leitor compreenda o intuito, o percurso metodológico e o objetivo da pesquisa.

Com isso, esta pesquisa possui natureza aplicada, tendo em vista que busca gerar conhecimentos para uma aplicação específica. Assim, de acordo com Thiollent (2009, p.36),

A pesquisa aplicada concentra-se em torno dos problemas presentes nas atividades das instituições, organizações, grupos ou atores sociais. Ela está empenhada na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. Responde a uma demanda formulada por “clientes, atores sociais ou instituições” (THIOLLENT, 2009, p.36).

Assim, uma das principais características deste tipo de pesquisa é a busca pela resolução de uma determinada situação-problema. Neste artigo, busca-se comprovar os ganhos da utilização de uma metodologia ativa frente a abordagem tradicional de ensino. Quanto a abordagem da pesquisa se fará de forma quali-quantitativa. Com relação a pesquisa quali-quantitativa, de acordo com Schneider (2017, p. 570),

os tratamentos quantitativos e qualitativos dos resultados podem ser complementares, enriquecendo a análise e as discussões finais (...) a pesquisa qualitativa pode ser apoiada pela pesquisa quantitativa e vice-versa, possibilitando uma análise estrutural do fenômeno com métodos quantitativos e uma análise processual mediante métodos qualitativos (SCHNEIDER, 2017, p. 570).

Além da vantagem mais evidente da utilização da pesquisa quali-quantitativa que é a complementação dos dados, esse tipo de pesquisa permite conclusões mais amplas e profundas do que o pesquisador se propõe investigar. Somando isso a natureza aplicada que a pesquisa aqui apresentada propõe começa-se a enxergar potencialidades no que tange aos resultados que serão apresentados.

É uma pesquisa experimental-descritiva, tendo em vista que busca dados através da aplicação prática na medida que descreve os métodos utilizados para futuras reproduções. De acordo com Fonseca (2002, p. 38):

A pesquisa experimental seleciona grupos de assuntos coincidentes, submete-os a tratamentos diferentes, verificando as variáveis estranhas e checando se as diferenças observadas nas respostas são estatisticamente significantes. [...] Os efeitos observados são relacionados com as variações nos estímulos, pois o propósito da pesquisa experimental é apreender as relações de causa e efeito ao eliminar explicações conflitantes das descobertas realizadas (FONSECA, 2002, p. 38).

Assim, juntamente com o caráter descritivo a pesquisa aqui apresentada se propõe encontrar respostas advindas de aplicações práticas na medida que suscita e dá subsídios para futuras pesquisas na área. Com isso, as escolhas que delinearão esse escopo metodológico se mostram solidificadas e não aleatórias, de modo que se potencialize os dados obtidos e o percurso realizado descrito a seguir.

3.2 O Percorso realizado

Esta pesquisa faz parte de um projeto maior passado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, que foi

aprovado através do Parecer Consubstanciado nº 5.836.954 na Plataforma Brasil. Foi realizada em duas turmas de segundo ano do ensino médio integrado do Instituto Federal do Ceará – Campus Acaraú – CE, com um quantitativo de 30 e 32 alunos.

Essa instituição foi escolhida por abranger um público diversificado de alunos em comparação a outras instituições da região, além de oferecer um grande público concentrado em um só lugar. Os alunos possuem faixa etária de 16 a 17 anos e há predominância do gênero masculino. Essa predominância é atribuída principalmente aos cursos técnicos que esses alunos fazem, integrado ao ensino médio: Aquicultura e Construção Naval, tidos como cursos que utilizam muita mão de obra braçal.

A turma de Aquicultura foi utilizada como Grupo Experimental, onde utilizou-se a Aprendizagem Baseada em Equipes. Já a turma de Construção Naval foi designada como Grupo Controle, utilizando-se a abordagem tradicional de ensino através de aulas expositivas e dialogadas. A aplicação resultou em quatro (04) aulas de uma (01) hora cada, duas aulas para o Grupo Experimental e duas aulas para o Grupo Controle.

Inicialmente o Grupo Experimental, com 30 alunos, foi dividido em seis (06) equipes de cinco (alunos) cada, enquanto o Grupo Controle permaneceu sem nenhuma divisão. Na primeira aula do Grupo Experimental, inicialmente foi abordado sobre a metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Equipes, além de serem conceituados alguns parâmetros relacionados ao Efeito Doppler. Já na primeira aula do Grupo Controle falou-se sobre o Efeito Doppler e algumas situações práticas que esse efeito pode ser visualizado. Para tanto, utilizou-se um texto de apoio, para subsidiar os alunos.

Na segunda aula do Grupo Experimental foi realizada a aplicação da metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Equipes, onde responderam o Questionário de Preparação (QP) e o Questionário baseado na Taxonomia de Bloom (QTB). Já na segunda aula do Grupo Controle, foi realizado de forma tradicional a aplicação do Questionário de Preparação e o Questionário baseado na Taxonomia de Bloom.

O QP foi construído com o intuito de analisar a preparação prévia com base nos conceitos trabalhados na primeira aula e nas possíveis pesquisas que esses alunos poderiam ter realizado em casa sobre o tema e consistiu em cinco (05) itens que podem ser observados no Quadro 02.

Aprendizagem Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom

Quadro 02 – Questionário de Preparação

01 – O Efeito Doppler é um fenômeno da ondulatória que ocorre quando existe afastamento ou aproximação entre uma fonte de ondas e um observador. Certo () Errado ()
02 – O Efeito Doppler ocorre porque a velocidade de propagação de uma onda depende do meio que ela se encontra. Certo () Errado ()
03 – Um observador que vê uma ambulância se afastar ouvirá som com maior comprimento de onda e menor frequência, por isso mais grave. Certo () Errado ()
05 – Um observador que vê uma ambulância se afastar ouvirá som com maior frequência e menor comprimento de onda, por isso mais agudo. Certo () Errado ()
05 – Independente da aproximação ou afastamento frequência e comprimento de onda são constantes. Certo () Errado ()

Fonte: próprios autores, 2023.

Já o QTB foi construído com o intuito de analisar os níveis cognitivos dos alunos de acordo com o que é abordado pela Taxonomia de Bloom. Como são seis níveis cognitivos, para cada nível foi construída uma pergunta. Esse questionário pode ser observado no Quadro 03.

Quadro 03 – Questionário Baseado na Taxonomia de Bloom

1 – Das alternativas abaixo, assinale a que descreve corretamente o Efeito Doppler: a) É uma técnica da astronomia relacionada à medição do fluxo ou intensidade da radiação eletromagnética de um objeto astronômico. b) É o estudo estatístico das características físicas ou comportamentais dos seres vivos. Recentemente este termo também foi associado à medida de características físicas ou comportamentais das pessoas como forma de identificá-las unicamente. c) É um fenômeno da ondulatória que ocorre quando existe afastamento ou aproximação entre uma fonte de ondas e um observador. d) É um processo que visa a destruir todas as formas de vida microbianas que possam contaminar materiais e objetos. e) conjunto de métodos para análise de substâncias, baseados na produção e interpretação de seus espectros de emissão ou absorção de radiações eletromagnéticas (p.ex., nas regiões do infravermelho, ultravioleta, raios X, visível etc.).
2 – De acordo com a aula e os conceitos abordados, defina a alternativa correta: a) O efeito Doppler foi completamente descrito pelo físico austríaco Isaac Newton, em 1842. b) A comprovação experimental desse efeito foi feita três anos mais tarde por Albert Einstein. c) Quando há aproximação entre a fonte de ondas eletromagnéticas e um observador, este perceberá um aumento nas frequências observadas e uma diminuição do comprimento de onda. d) Não há aplicações práticas deste efeito em Áreas como a Astronomia. e) Só há Efeito Doppler com a constância de ondas.
3 - Como a velocidade de propagação das ondas sonoras depende apenas do meio (nesse caso, o ar), a velocidade relativa entre as ondas sonoras e ambos observadores será igual, tanto em relação ao observador que se afasta quanto em relação ao observador que se aproxima da fonte das ondas. Dessa forma, para que a velocidade permaneça constante para ambos os observadores, ocorrem mudanças no comprimento de onda (espaço necessário para a onda completar uma oscilação) e na sua frequência. Como essas grandezas são inversamente proporcionais, pode-se dizer que: a) Som grave com a frequência pequena. b) Som grave com a frequência grande. c) Som agudo com comprimento de onda grande.

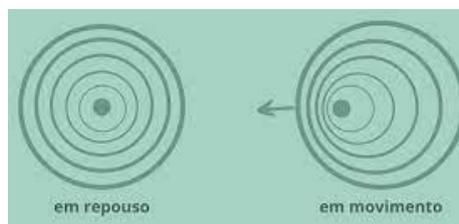
- d) Só há Efeito Doppler com a frequência e comprimento de onda constância.
e) No Efeito Doppler frequência e comprimento de onda não tem peso.

4 – Coerente com o que foi visto na aula, julgue a(s) alternativa(s) correta(s):

- I) A espectroscopia é usada para analisar compostos em química, para determinar quais elementos diferentes compõem algo, e também é usado em astronomia para obter percepções sobre a composição e velocidades de corpos astronômicos.
II) As primeiras placas astrofotográficas surgiram a partir de 1840. Eram de feitas de vidro coberto de emulsão fotográfica a base de nitrato de prata. Geralmente se usava imagens negativas direto pois, quanto menos processos de revelação, menos interferência e ruídos apareciam. Estrelas mais brilhantes produzem imagens mais negras e maiores diretamente proporcionais à intensidade luminosa.
III) Efeito Doppler, Finitude da luz, Radiação Cósmica de Fundo e Aceleradores de partículas são indicadores do Big Bang.
As alternativas corretas são:
a) I e II;
b) I e III;
c) II e III
d) Todas estão erradas;
e) Todas estão corretas.

5 – Quando percebemos um avião decolando, ou passando por nós em alta velocidade e baixa altitude, o som que ouvimos durante a aproximação é mais agudo do que o som percebido durante o afastamento da aeronave. Vestu Slipher, em 1912, percebeu que esse mesmo efeito era perceptível em mudanças nas características da luz das estrelas que chegam aqui na Terra. Com base nesses dados, hoje sabemos que o universo inteiro está em expansão: as galáxias distantes estão se afastando umas das outras. Essa evidência é usada para fazer o “raciocínio reverso”, ou seja, entender que, no passado, todas as galáxias estavam mais próximas umas das outras: universo era menor e, portanto, mais denso. Cálculos da taxa de expansão são usados para determinar a idade do universo, ou seja, o tempo que se passou desde o momento em que tudo estava reunido em uma singularidade inicial e até os dias atuais. Esse período corresponde a cerca de 13 bilhões e 800 mil anos. Sabemos, portanto, que nosso universo teve um início. Neste sentido, o fenômeno/técnica a que o texto se refere é:
a) Fotometria
b) Espectroscopia
c) Espectrograma
d) Efeito Doppler
e) Finitude da luz

6 – Observe a imagem abaixo e conclua:



O _____ é um fenômeno físico observado nas _____, quando _____ ou _____, por um objeto que está _____ em relação a um _____.

- a) efeito de finitude da luz, ondas, emitidas, refletidas, movimento, observador.
b) efeito doppler, ondas, emitidas, refletidas, repouso, observador.
c) efeito fotoelétrico, ondas, emitidas, refletidas, movimento, observador.
d) efeito doppler, ondas, emitidas, refletidas, movimento, observador.
e) efeito doppler, partículas, emitidas, refletidas, movimento, observador.

Fonte: próprios autores, 2023.

Aprendizagem Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom

A etapa I da ABE, que consiste na Preparação dos alunos, ocorreu na primeira aula do Grupo Experimental, então na segunda aula ocorreu o desenrolar da etapa II que se trata da Garantia de preparo, a etapa III que é a Aplicação dos conceitos e por fim a etapa IV que se trata do *Feedback* entre alunos. Para as etapas II, III e IV foram utilizados vinte (20) minutos cada, totalizando uma (01) hora.

4. Resultados e discussões

De acordo com o dicionário Oxford Languages (2022), a preparação é uma medida preliminar para a efetuação de qualquer coisa. Assim, para resultados mais assertivos e diretos, antes da aplicação de qualquer teste, buscou-se levar ao aluno subsídios teóricos relacionados ao Efeito Doppler por meio de texto de apoio e exposição oral, de modo que funcionassem como organizadores prévios.

Os organizadores prévios abordados por Ausubel (1980) são materiais que podem ser introduzidos antes do material de aprendizagem, com um maior nível de abstração, generalização e inclusão. Vale a pena ressaltar que o objetivo dos organizadores prévios é servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que deve saber, aprendendo significativamente.

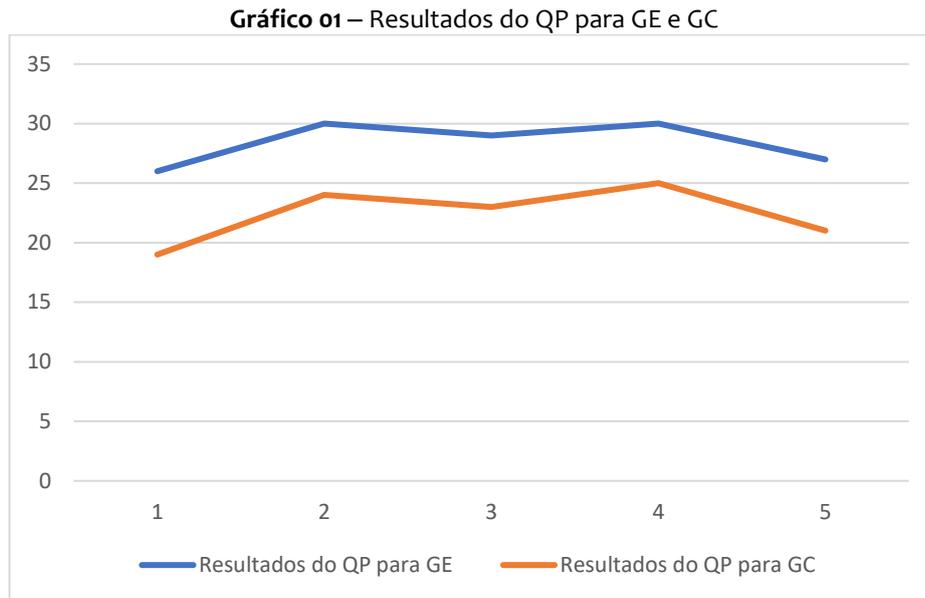
Assim, após a fase de preparação, realizou-se o Questionário de Preparação nos Grupos Experimental e de Controle com o objetivo de verificar se os alunos conseguiram assimilar os conceitos repassados sobre o Efeito Doppler. O resultado em ambas as turmas pode ser observado no Quadro 04.

Quadro 04 – Resultados do QP do Grupo Experimental (GE) x Grupo Controle (GC).

Perguntas	Resultados do QP para GE	Resultados do QP para GC
01	26 acertos	19 acertos
02	30 acertos	24 acertos
03	29 acertos	23 acertos
04	30 acertos	25 acertos
05	27 acertos	21 acertos

Fonte: próprios autores, 2023.

Verifica-se que entre o Grupo Experimental e o Grupo Controle há uma ligeira discrepância no que se refere a quantidade de acertos. Pode-se apresentar alguns motivos para isso, como a falta de foco de alguns alunos ou até mesmo a forma de explicar do professor, que atendeu a um determinado público e a outro não. Para melhor se visualizar essa diferença obtida, foi plotado o Gráfico 01 a seguir.



Fonte: próprios autores, 2023.

No Gráfico 01, apresenta-se uma comparação simples entre os Grupos Experimental e de Controle, explicitando uma ligeira diferença de pontos entre ambas. Ressalta-se que nesta etapa, o tratamento para ambos os grupos foi equivalente, não havendo diferenças na explicação do assunto e nem no que se refere a metodologia utilizada.

Assim, partiu-se então para a aplicação das metodologias utilizadas: para o Grupo Experimental a metodologia de Aprendizagem Baseada em Equipes e para o Grupo Controle o método tradicional de ensino. Para o recolhimento dos dados, utilizou-se um Questionário baseado na Taxonomia de Bloom revisada, que apresenta seis níveis do desenvolvimento cognitivo, a saber: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar. Os resultados deste teste para o GE e GC podem ser observados no Quadro 05.

Quadro 05 – Resultados do QTB do Grupo Experimental (GE) x Grupo Controle (GC).

Perguntas	Resultados do QTB para GE	Resultados do QTB para GC
01	30 acertos	29 acertos
02	27 acertos	25 acertos
03	30 acertos	27 acertos
04	29 acertos	25 acertos
05	26 acertos	22 acertos
06	27 acertos	21 acertos

Fonte: próprios autores, 2023.

O primeiro nível e mais básico abordado na Taxonomia de Bloom se trata de “Lembrar”. O aluno precisa recuperar informações importantes para a memória de longo prazo ou ainda reconhecer conteúdos, ideias de forma aproximada ao que foi aprendida. Com Base em Thompson (2008, p. 158):

Aprendizagem Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom

Na taxonomia revisada, esta categoria inclui reconhecer e recordar (...) reconhecendo a implementação de uma área temática Classificar, resumir, inferir, comparar e explicar. (...) Relembrar qualquer material explicitamente abordado no programa de ensino. Isso pode ser conhecimento factual, a recordação de uma definição conceitual, a recordação de um processo (...) recordação de um determinado algoritmo ou padrão de projeto implementado como uma solução para um problema específico exatamente no mesmo contexto de um exercício em sala de aula (THOMPSON, 2008, p. 158).

Nesse nível, houve um equilíbrio entre ambas as turmas, para o GE foram 30 acertos, enquanto para o GC foram 29. Isso mostra que os alunos conseguiram assimilar e memorizar muito bem as informações e conceitos repassados através dos organizadores prévios. Além disso, apesar de utilizar metodologias de aprendizagem diferentes em ambas as turmas, não houve tanta discrepância com relação aos resultados.

Para o segundo nível proposto pela Taxonomia de Bloom que é o “Entender”, é requerido do aluno construir significações por meio de linguagens, seja oral ou escrita, utilizando exemplificações, inferências ou explicações com base em um referendo conhecimento prévio. De acordo com Forehand (2005, p.3), o ato de entender na verdade se trata de

Construir significado a partir de mensagens orais, escritas e gráficas por meio da interpretação, exemplificação, classificar, resumir, inferir, comparar e explicar. Assimilar o propósito de alguma coisa; compreender: entendeu seus reais motivos para a realização do trabalho (FOREHAND, 2005, p.3).

Assim, entender vai além do ato de lembrar, o aluno precisa não apenas decorar ou assimilar, precisa construir significados com base nas experiências. Segundo o Quadro 05, na questão 02, referente ao nível de entender, há uma maior diferença no índice de acertos do Grupo Experimental para o Grupo Controle se comparado a questão anterior. Um dos motivos que pode estar atrelado a este resultado é o nível da pergunta, uma vez que é bem maior que o nível da questão anterior.

O terceiro nível proposto pela Taxonomia de Bloom é “Aplicar”. Para que o aluno consiga dominar esse nível, é importante que ele já tenha dominado os dois anteriores, tendo em vista que um é pré-requisito para o outro. Neste nível, o aluno precisa produzir, resolver e utilizar princípios que o permitam completar uma tarefa. Deste modo, de acordo com Scott (2003, p. 270), tradução nossa:

Aplicar é sobrepor em prática, manipular, adaptar. Verbos como computar, demonstrar, manipular, modificar, produzir, resolver, selecionar, transferir se encaixam nesta categoria, visto que produzem significados condizentes na prática (SCOTT, 2003, p. 270).

Percebe-se que este nível cognitivo engloba os níveis anteriores, assim, para que o aluno consiga realizar uma aplicação, ele precisa indissociavelmente, lembrar e entender. Na terceira pergunta, de acordo com os resultados apresentados, a diferença entre o Grupo Experimental e o Grupo Controle é maior se comparado a questão da categoria anterior. Aqui já pode-se atribuir a essa diferença a metodologia de ensino utilizada no Grupo Experimental, que permite a esse aluno realizar e evoluir com base nos níveis cognitivos, frente ao método tradicional.

O quarto nível cognitivo abordado é relativo a “Analisar”. Neste nível, o aluno precisa diferenciar, classificar e relacionar pressupostos, evidências ou estruturas de um determinado problema. Para que o aluno chegue a este nível cognitivo, é necessário que ele lembre, entenda e aplique seus conhecimentos, ou seja, necessariamente precisa compreender os outros níveis e alcançá-los. De acordo com Krathwohl (2002, p. 216), tradução nossa,

Consiste no exame detalhado sobre determinada matéria ou assunto, observando todos os pormenores que formam cada parte de um todo. Em suma, uma análise é o mesmo que um estudo detalhado sobre algo, podendo ser aplicada em diferentes áreas do conhecimento como forma de observar minuciosamente determinado tema (KRATHWOHL, 2002, p. 216).

Para que o aluno possa realizar o processo de análise é preciso uma maturação cerebral cognitiva alta. Assim, observando o Quadro 05, na questão 04, relativa a este nível cognitivo a diferença entre os resultados do Grupo Experimental e do Grupo Controle é maior se comparado aos níveis anteriores. Percebe-se que na medida que o nível cognitivo aumenta e exige mais do aluno, as diferenças entre as turmas que tiveram metodologias diferentes de ensino se alargam.

O quinto nível cognitivo proposto por Bloom em sua Taxonomia, se trata de “Avaliar”. Neste nível, o aluno deve realizar determinados julgamentos ou escolhas, com base em critérios pré-estabelecidos. Assim, o aprendiz precisa de um nível alto de criticidade e racionalidade, no que se refere ao seu desenvolvimento cognitivo, para realizar esta operação. Como é abordado por Silva (2014, p. 195):

Aprendizagem Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom

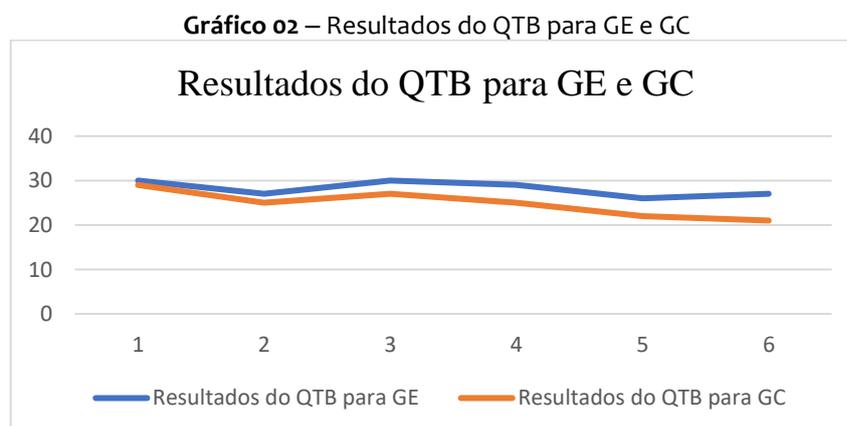
É um ato pelo qual, através de uma disposição acolhedora, qualificamos alguma coisa (um objeto, ação ou pessoa), tendo em vista, de alguma forma, tomar uma decisão sobre ela. Quando atuamos junto a pessoas, a qualificação e a decisão necessitam ser dialogadas (SILVA, 2014, p.195).

Com isto, verificando o quadro 05, questão 05, observa-se que a diferença entre os resultados do Grupo Experimental e o Grupo Controle se manteve no que se refere ao nível cognitivo anterior. Pode-se atribuir este resultado aos níveis das questões serem parecidos ou até pela dificuldade de assimilar níveis anteriores.

O sexto e último nível cognitivo da Taxonomia de Bloom refere-se a “Criar”. Como sendo o último nível cognitivo abrange todos os outros, de modo que para alcançá-lo, o aprendiz necessita dominar todos os outros. Assim, o ato de criar resume-se em juntar elementos para formar um todo coerente e funcional, integrando e combinando ideias num produto, plano ou proposta nova. De acordo com Castro Costa e Martins (2017, p. 702):

Criar é dar um princípio e não transformar ou dar forma aquilo que já teve um começo ou um princípio em algum lugar de alguma forma. Criar é uma arte, no sentido bem amplo da palavra (...) provocar a existência de; fazer com que alguma coisa seja construída a partir do nada (MARTINS, 2017, p. 702).

De acordo com os dados obtidos por ambos os grupos, nesse nível, há a maior discrepância apresentada ao longo da pesquisa, no que se refere a quantidade de acertos obtidos. Para uma melhor e mais profunda visualização dessa diferença, foi construído o gráfico 02, com o intuito de fazer o leitor compreender a grande diferença entre aplicar uma metodologia ativa que coloque o aluno frente a sua própria aprendizagem e uma metodologia que crie o aluno para reproduzir falas e informações, passivo e aquém de sua realidade.



Fonte: próprios autores, 2023.

Os resultados obtidos e principalmente as diferenças visualizadas nos resultados do Grupo Experimental em comparação ao Grupo Controle revelam um elemento que fez toda a diferença: a metodologia. Conforme abordado por Moreira (1999) há a necessidade de romper com o ensino tradicional pelo fato de não promover motivação aos alunos: “mostrando a importância de adotarem metodologias que possibilitem o acesso de conhecimentos sobre o mundo e a prática da cultura digital, uma vez que possuem relevância em vários aspectos do cotidiano de forma significativa” (ARAÚJO *et al.*, 2022, p. 4).

Entretanto, na esfera educacional, o uso de metodologias ativas ou até mesmo qualquer modelo de aula proposto que fuja ao tradicional se restringem a poucos profissionais, uma vez que o próprio processo formativo da academia é deficiente. Assim, é imprescindível a sistematização de um percurso pedagógico que venha a contemplar o sujeito como parte integrante de um todo e conseqüentemente o próprio coletivo, como também a reflexão, discussão e prática de soluções.

5. Considerações finais

Ao finalizar o manuscrito, é importante retomar a pergunta geradora: *De que forma pode-se comprovar que as metodologias ativas como a ABE trazem muito mais ganhos positivos em comparação ao método tradicional de ensino?*

A utilização da Taxonomia de Bloom utilizada em sala de aula foi imprescindível para se compreender os ganhos narráveis para o pensamento metacognitivo dos alunos que participaram da metodologia ativa ABE em comparação aos alunos que aprenderam frente ao método tradicional de ensino, ganhos estes visualizados nos resultados obtidos e na discussão feita com base nos níveis cognitivos. Compreende-se que há um longo caminho a se percorrer e as aproximações devem ser cautelosas no que se refere ao contexto neurocognitivo e a sala de aula, mas que é preciso dar o primeiro passo em direção ao que poderá ser um dos maiores trunfos do processo de ensino e aprendizagem.

A pesquisa aqui realizada também suscita preocupação no que se refere a predominância do método tradicional de ensino e no quanto pode acarretar lacunas na construção do discente. Por meio dos resultados foi possível depreender que os alunos do GC tiveram maiores níveis de acertos nos dois primeiros níveis cognitivos (lembrar e entender) do questionário baseado na Taxonomia de Bloom, isso sugere que o método

Aprendizagem Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom

tradicional encaminha o aluno para uma aprendizagem mecânica, o que fica evidente com a quantidade de erros nas últimas questões dos níveis cognitivos mais elevados (avaliar e criar).

Assim, este trabalho se faz importante por ser subsídio para novas pesquisas na área de modo que se possa inspirar e impulsionar pesquisadores a desbravar novas possibilidades. Com relação a metodologia adotada, foi criada para que os pesquisadores futuros possam reproduzi-la e chegar a resultados iguais ou mais satisfatórios.

Referências

ANDRADE, Rayane Peres; SILVEIRA, Julia Beatriz Andrade; ROCHA, Marcelo Borges. Os Blogs no Ensino de Ciências e Matemática: uma revisão sistemática em estudos brasileiros: The Blogs in Science and Mathematics Teaching: a systematic review of Brazilian studies. **Revista Cocar**, v. 18, n. 36, 2023.

ARAÚJO, Ana Clara Souza. *et al.* Aprendizagem Significativa no ensino de Cosmologia na perspectiva da Neurociência. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e28111133253-e28111133253, 2022.

AUSUBEL, David Paul. Schemata, estrutura cognitiva e organizadores avançados: uma resposta a Anderson, Spiro e Anderson. **American Educational Research Journal**, v. 17, n. 3, p. 400-405, 1980.

CASTRO COSTA, João Paulo de; MARTINS, Maria Inês. Análise da complexidade de itens do Enade à luz da Taxonomia de Bloom Revisada: contributos ao ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 697-724, 2017.

CUSTÓDIO, José de Arimathéa. **Atualidade e Necessidade do Micro Ensino: Diálogo e Interação**. São Paulo: Athena, 2010.

DUMINELLI, Meline Vitali. *et al.* Metodologias ativas e a inovação na aprendizagem no ensino superior. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 5, p. 3965-3980, 2019.

FOREHAND, Maria. Taxonomia de Bloom. **Perspectivas emergentes sobre aprendizagem, ensino e tecnologia**, v. 41, n. 4, p. 47-56, 2010.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. 36. ed, São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FULLER, Ursula. *et al.* Developing a Computer Science-Specific Learning Taxonomy. **Bulletin**, v. 39, n. 4, p. 152-170, 2007.

KRATHWOHL, David. A revision of Bloom's taxonomy: An overview. **Theory into practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

KRUG, Rodrigo de Rosso. et al. O “bê-á-bá” da aprendizagem baseada em equipe. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 40, p. 602-610, 2016.

LEMOS, Grazielly Katarinni Gomes; FALEIRO, Wender. A permanência de professores doutores em Ciências da Natureza na Educação Básica da rede estadual de Goiás: The permanence of doctors in Natural Sciences in Basic Education in the state of Goiás. **Revista Cocar**, v. 18, n. 36, 2023.

LANGHI, Rodolfo. NARDI, Roberto. Trajetórias formativas docentes: buscando aproximações na bibliografia sobre formação de professores. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 7-28, 2012.

MANFRÉ, Ademir Henrique. A educação no governo dos corpos: empreendedorismo e projeto de vida: Education in the governance of bodies: entrepreneurship and life project. **Revista Cocar**, v. 18, n. 36, 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MICHAELSEN, Larry. et al. **Aprendizagem baseada em equipe para educação em profissões de saúde**: um guia para o uso de pequenos grupos. Estados Unidos: Stylus Publishing LLC, Sterling, 2007.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa 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. 209 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2016.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de Psicologia**. 24ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

SALES, Gilvadenys Leite. et al. Gamificação e ensinagem híbrida na sala de aula de física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente. **Conexões: ciência e tecnologia**, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 45 – 52. 2017.

SCOTT, Terry. Bloom's taxonomy applied to testing in computer science classes. **Journal of Computing Sciences in College**, v. 19, n. 1, p. 267-274, 2003.

SCHNEIDER, Eduarda Maria; FUJII, Rosangela Araujo Xavier; CORAZZA, Maria Júlia. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 569-584, 2017.

SILVA, Vailton Afonso da; MARTINS, Maria Inês. Análise de questões de física do ENEM pela taxonomia de Bloom revisada. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 189-202, 2014.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia de Pesquisa-ação**. São Paulo: Saraiva, 2009.

Aprendizagem Baseada em Equipes para o ensino do Efeito Doppler: uma análise através da Taxonomia de Bloom

THOMPSON, Erol. et al. Bloom's taxonomy for CS assessment. **Australian Computer Society**, v. 2, n. 4, p. 155-161, 2008.

Sobre os autores

Ana Clara Souza Araújo

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática no Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza. Bolsista da Fundação Cearense de Apoio Tecnológico do Ceará – FUNCAP. Fortaleza. E-mail: ana.clara.souza06@aluno.ifce.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8851-6356>.

Beatriz Jales de Paula

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática no Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza. Professora da rede privada de ensino do Ceará. E-mail: bibijales@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7130-6539>.

Mairton Cavalcante Romeu

Doutor em Engenharia de Teleinformática e em Física na Universidade Federal do Ceará – UFC. Professor efetivo do Instituto Federal do Ceará – Campus Fortaleza. E-mail: mairtoncavalcante@ifce.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5204-9031>.

Recebido em: 16/02/2023

Aceito para publicação em: 28/09/2023