



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA

LUCAS BARBOSA MAGALHÃES

ENSINO DA FÍSICA ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA: APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA E A EDUCAMETRIA COMO SUPORTE

FORTALEZA

2023

LUCAS BARBOSA MAGALHÃES

ENSINO DA FÍSICA ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA: APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA E A EDUCAMETRIA COMO SUPORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Gomes Souza Filho

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M167e Magalhães, Lucas Barbosa.
Ensino da Física através da investigação científica : aprendizagem significativa e a educametria como suporte / Lucas Barbosa Magalhães. – 2023.
44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, 3, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Antônio Gomes Souza Filho.

1. Aprendizagem Significativa. 2. Psicometria. 3. Educametria. 4. Tecnologia da educação. 5. Estatística.
I. Título.

CDD

LUCAS BARBOSA MAGALHÃES

ENSINO DA FÍSICA ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA: APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA E A EDUCAMETRIA COMO SUPORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Física do Centro
de Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Física.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Gomes Souza Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Wanessa Façanha da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha Vó e Mãe, agradeço imensamente por toda ajuda que me deram, bem como suas orações para que eu pudesse persistir na caminhada em busca do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço as mulheres eternas em minha vida: minha vó, Maria Geralda Barbosa de Almeida, e mãe, Aila Maria Barbosa de Almeida, por terem dado tudo de si, apostando em meu sonho, que foi o seu também.

Agradeço a todos meus amigos que ajudaram na trajetória acadêmica: Paulo, Eduardo, José, Davi, Wesley, Sabrina, Matheus e Pedro.

Agradeço, em especial, ao meu grande amigo Emanuel Lucas, que foi um dos influenciadores na escolha de licenciatura, por meio de seu conhecimento filosófico.

Obrigado minha noiva, Ruth dos Santos Lima, por todo apoio nesse tempo de graduação, paciência e muita motivação.

Agradeço meus professores de Jiu Jitsu, Almir Dantas da Costa Junior e Amanda Carvalho, por tudo que já fizeram por mim durante minha vida.

Obrigado ao Prof. Dr. Antônio Gomes Souza Filho por me orientar nesta monografia, com todo seu vasto conhecimento teórico e prático sobre a física.

Agradeço aos professores da Universidade Federal do Ceará que me ajudaram no percurso acadêmico.

Ao Desporto Universitário pelo apoio, juntamente com a Pró-Reitoria de Assistência Estudantil.

Agradeço a todos funcionários da Universidade Federal do Ceará.

Agradeço aos meus amigos e antigos professores, bem como gestores da minha escola de ensino médio Maria Thomasia: Francy, Júnior, Eleison, Joelcio, Edvaldo, Wagner e Onassis.

Por fim, agradeço a disponibilidade dos professores doutores Wanessa Façanha da Silva e Marcos Antônio Araújo Silva, bem como suas sugestões e críticas.

“Então me diga mais sobre o mundo que você vê, sobre os pesadelos que você têm, o quanto tu gasta que é pra poder continuar a sonhar.”

(BK)

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso aborda estratégias pedagógicas inovadoras no ensino de física, com foco em duas turmas do segundo ano do ensino médio em uma escola estadual regular no Ceará. A pesquisa visa explorar métodos educacionais que promovam uma aprendizagem significativa, considerando as características específicas dos alunos e o contexto escolar. O estudo parte da constatação da desconexão percebida pelos alunos em relação à física tradicional, destacando a necessidade de abordagens que aproximem os conceitos científicos da realidade cotidiana. A aprendizagem significativa, conforme a teoria de Ausubel, é apresentada como fundamento metodológico, enfatizando a importância de relacionar novos conhecimentos ao prévio dos estudantes. A pesquisa engloba a análise de estratégias pedagógicas, incluindo a incorporação de tecnologias de informação e comunicação, experimentos práticos de baixo custo, vídeos e outras ferramentas. A população estudada compreende duas turmas do segundo ano do ensino médio, permitindo uma análise mais específica do impacto dessas estratégias em um ambiente educacional específico. A educametria é explorada como uma ferramenta analítica para compreender o processo educacional, utilizando análise estatística e psicometria. A catalogação de dados é destacada como um elemento crucial para gerenciar as informações educacionais extensas, proporcionando uma estrutura lógica e destacando relações entre variáveis. Os resultados da pesquisa visam contribuir para a melhoria contínua das práticas pedagógicas, integrando teorias educacionais, análise estatística, educametria e tecnologia, considerando o contexto específico das turmas.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Educametria. Psicometria. Tecnologia da educação. Estatística

ABSTRACT

This undergraduate thesis addresses innovative pedagogical strategies in physics education, focusing on two second-year high school classes in a regular state school in Ceará, Brazil. The research aims to explore educational methods that promote meaningful learning, considering the specific characteristics of the students and the school context. The study begins with the observation of the perceived disconnection by students regarding traditional physics, highlighting the need for approaches that connect scientific concepts to everyday reality. Meaningful learning, according to Ausubel's theory, is presented as a methodological foundation, emphasizing the importance of relating new knowledge to students' prior knowledge. The research encompasses the analysis of pedagogical strategies, including the incorporation of information and communication technologies, low-cost practical experiments, videos, and other tools. The studied population comprises two second-year high school classes, allowing for a more specific analysis of the impact of these strategies in a particular educational environment. Educametrics is explored as an analytical tool to understand the educational process, using statistical analysis and psychometrics. Data cataloging is highlighted as a crucial element for managing extensive educational information, providing a logical structure and highlighting relationships between variables. The research results aim to contribute to the continuous improvement of pedagogical practices, integrating educational theories, statistical analysis, educametrics, and technology, considering the specific context of the classes.

Keywords: Meaningful Learning. Educametrics. Psychometrics. Educational Technology. Statistics

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Elaborado pelo autor (2023)	21
Figura 2 – Análise Quantitativa - 2ºD	37
Figura 3 – Análise Quantitativa - 2ºE	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise da Tabela e suas equações	21
Tabela 2 – Explicação dos Termos na Tabela	23
Tabela 3 – Respostas dos Participantes	25
Tabela 4 – Resultados do Teste T para 2E e 2D	33
Tabela 5 – Teste-t: Duas amostras presumindo variâncias diferentes: resultado avaliativo	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS IMPULSIONADORAS NO ENSINO	13
2.1	Aprendizagem significativa	14
2.2	Importância da Educametria como recurso para o educador: Aplicação ao contexto cearense	17
2.3	Teste de hipóteses com variâncias conhecidas	20
3	EXEMPLO DE AULA SIGNIFICATIVA	24
4	ANÁLISES	25
4.1	Aula 1: Teste significativo e introdução ao estudo das colisões	25
4.2	Aula 2: Análise experimental	31
5	JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DAS TURMAS PARA ANÁLISE DO MÉTODO SIGNIFICATIVO	33
5.1	Aula Tradicional - 2ª Série E	34
5.2	Aula Significativa - 2ª Série D	35
6	RESULTADOS	37
6.1	Demonstração de resultados	37
6.2	Discussão dos resultados	39
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho, será desenvolvido uma aplicação geral da ferramentas que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem, e serve para melhorar a performance dos alunos, mas também as aulas dos docentes. Assim, inicialmente foi desenvolvida uma aula baseada no princípio significativo, tendo em vista os desafios em ensinar e aprender física no Brasil. Duas turmas, 2ºD e 2ºE, do ensino médio, foram escolhidas não aleatoriamente, mas por meio de análise estatística das notas, bem como seu desempenho ao longo dos bimestres na escola EEFM Professor Hermenegildo Firmeza, localiza no Bairro Vila Peri, Fortaleza, Ceará, disciplina de física. A turma 2ºE já possui uma performance bem alta em relação as outras e será escolhida para ser aplicada o método tradicional de ensino: explicação do conteúdo e lista de exercícios. Mas a outra turma, 2ºD, de acordo com suas notas, está com uma baixa média geral e, portanto, o objetivo é avaliar como será seu desempenho a partir de uma nova metodologia de ensino: a aprendizagem significativa. Tal teoria, desenvolvida pelo psicólogo educacional David Ausubel, se refere a um tipo de aprendizagem na qual os novos conhecimentos são integrados de maneira substantiva e relevante às estruturas cognitivas existentes do aprendiz. Nesse processo, o novo conhecimento não é simplesmente memorizado de forma isolada, mas é relacionado de maneira significativa com conceitos já existentes na mente do aprendiz. Os novos conhecimentos são relevantes e aplicáveis ao contexto do aprendiz. Eles têm significado e conexão com a experiência prévia do indivíduo. O novo conhecimento é integrado às estruturas cognitivas já existentes. Isso envolve conectar o novo material com conceitos já familiares e consolidados na mente do aluno. Em vez de memorização superficial, a aprendizagem significativa promove a compreensão profunda do conteúdo. Os discentes não apenas memorizam fatos, mas entendem os princípios subjacentes. O aluno desempenha um papel ativo na construção do significado e isso pode envolver a reflexão, a discussão, a aplicação prática e a resolução de problemas. O conhecimento prévio é fundamental e a nova informação é assimilada e incorporada com base nas estruturas mentais já existentes. A aprendizagem significativa incentiva a aplicação prática do conhecimento de tal forma que quem aprende é capaz de transferir o que aprenderam para situações do mundo real.

Ao término do estudo, procedeu-se a uma análise minuciosa dos resultados obtidos por meio de uma avaliação aplicada a ambas as turmas. O propósito primordial dessa análise era verificar a eficácia da implementação do método significativo, buscando compreender se alcançou êxito ou não, respaldado por uma fundamentação estatística robusta e integrando a perspectiva

da educamétrica. A educamétrica, campo interdisciplinar que une a educação e a estatística, proporcionou uma abordagem sistemática para avaliar o impacto do método significativo nas duas turmas em estudo. Utilizando técnicas e ferramentas estatísticas específicas, a análise educamétrica permitiu avaliar a efetividade do método com base em parâmetros quantitativos, evidenciando não apenas diferenças superficiais, mas também aspectos mais profundos do aprendizado. Adicionalmente, a psicometria foi empregada para compreender as nuances psicológicas associadas ao desempenho dos alunos. A análise psicométrica ofereceu insights valiosos sobre a variação individual dentro das turmas, considerando fatores como motivação, engajamento e reações emocionais ao método de ensino. Isso contribuiu para uma compreensão mais abrangente do impacto não apenas no desempenho estatístico, mas também nas experiências subjetivas dos estudantes.

Os resultados estatísticos provenientes da educamétrica revelaram padrões significativos que respaldaram a conclusão de que a aplicação do método significativo foi bem-sucedida, fornecendo uma base objetiva para essa inferência. Além disso, a integração da psicometria permitiu uma compreensão mais holística dos efeitos, destacando áreas de fortalecimento e possíveis pontos de adaptação para otimizar ainda mais a abordagem educacional. Dessa forma, a conjugação entre educamétrica e psicometria não apenas enriqueceu a análise estatística, mas também proporcionou uma compreensão mais abrangente e aprofundada do impacto do método significativo nas turmas em estudo, fornecendo um alicerce sólido para tomadas de decisão informadas e aprimoramento contínuo no processo educacional.

2 IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS IMPULSIONADORAS NO ENSINO

O aprendizado em física, trivialmente aceito, é um processo que demanda tempo e muitas vezes distante da realidade dos alunos, isso porque muitos já estão esgotados de tradicionalismo, bem como currículos educacionais pouco aplicável no atual ensino. É importante destacar que uma grande parcela dos alunos não praticam, visualizam, ou "enxerga" a ciência que está em sala, em seu cotidiano, conforme Moreira (2020, p. 2) cita abaixo

"É comum começar o ensino da Física com situações que não fazem sentido para os alunos e, muitas vezes, em níveis de abstração e complexidade acima de suas capacidades cognitivas. É nesse começo que o ensino da Física "perde" os alunos que, por sua vez, começam a não gostar da Física."

A ciência, como um todo, especificamente a física, tem bastante aplicações práticas no cotidiano, além dos seus conceitos que podem ser relativamente fáceis de se visualizar pelas pessoas. Nesse sentido, a tentativa de promover melhor ainda a visualização e aprendizagem dessa área é importante, pois, apesar da notoriedade admitida, a matemática ainda é um empecilho para realizar alguns cálculos. Assim, é necessário que o professor de física, além de preparar suas aulas para uma matéria específica, é necessário que o mesmo revise alguns conceitos matemáticos básicos com os alunos, atrasando, muitas vezes, seu objetivo principal que é ministrar as aulas sobre determinado assunto. Portanto, quando maior for os impulsionamentos, isto é, os recursos, melhor será a capacidade de aprendizagem dos alunos

Esses recursos podem ser de várias naturezas, bem ser aplicado em diversas áreas. No ensino de física, isso pode ser possível utilizando tecnologias da informação e comunicação, isto é, simulações de situações físicas, bem como experimentos utilizando materiais de baixo custos que podem ser acessíveis, vídeos de situações, relativamente, não elaboradas, fotos, utilizando slides etc. Isso faz parte da situação do material, bem como o acesso que o docente tem dessas ferramentas, o que é, a priori, o mais importante. O Brasil possui bastante acesso à tecnologia, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2021), feito pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD), "a internet já é acessível em aproximadamente 90% do país". Nesse sentido, por conta do grande acesso nas redes, isso é um fator relevante porque pode ser um meio de melhorar seu aprendizado de modo que o aluno, conforme sua familiaridade, poderá aprender de forma mais leve. Assim, é necessário também que o professor domine as tecnologias que usará em sua aula, para melhor performance na hora de suas aulas. Isso é bastante relevante para o ensino-aprendizagem.

2.1 Aprendizagem significativa

A teoria significativa de David Ausubel tem bastante relevância nas práticas pedagógicas. É importante destacar vários pontos em relação à essa área de educação, um deles é levar em consideração o conhecimento prévio do aluno sobre determinado assunto, de modo que isso seja necessário para coletar informações prévias para possíveis análise do professor em relação ao aprendizado do aluno, é possível analisar. Para exemplificar, é bastante relevante o que Ausubel (1999, p. 71) define o conceito em seu texto

"A essência do processo de aprendizagem significativa, tal como já se verificou, consiste no facto de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área de matérias), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo."

Na física, por exemplo, existem conteúdos que não são triviais, de modo que, muitas das vezes, os alunos sequer conseguem imaginar uma situação, dado um enunciado de uma questão. Existem diversos fatores que ocasionam tal situação, em especial a interpretação de texto, neste caso. Assim, devido as aulas tradicionais, principalmente nas disciplinas que envolvem cálculo, é necessário que o professor desenvolva métodos que facilitem e instiguem o aprendizado do aluno, de modo que leve em consideração o que o aluno traz, isto é, do seu cotidiano para dentro da sala de aula e com isso, o professor gera indagações a respeito do assunto ministrado em sala de aula. Além disso, o discente, exposto a essa metodologia, poderá gerar uma tese, que pode ser verdadeira ou falsa, dependendo do seu raciocínio e o que ele pode relacionar com que está sendo abordado em sala de aula, de tal forma que o professor, a partir dessa indagação inicial seja primordial para trazer explicações e promover discussões sobre o que estão debatendo, concluído com uma provável antítese ou síntese. (DARROZ et al., 2015) mencionam que "o que se espera do ensino de Física é que o estudante seja capaz de compreender o mundo no qual está inserido, não como um mero espectador, mas como um agente transformador". Assim, é válido ressaltar que o ensino tradicional, em especial, à física, apesar de estar há muito tempo encadeado nas escolas de ensino fundamental, médio e até cursos superiores, ele é bastante funcional, de modo que os alunos conseguem absorver os conteúdos, mas apenas aqueles que tem bastante familiaridade com o assunto, mas isso não leva aos que estão, por exemplo iniciando, ou os que tem dificuldade e até mesmo renegam, a pensarem sobre os problemas, ou seja, refletirem sobre situações.

É fato destacar que o conceito de aprendizagem significativa é bastante amplo, bem como super válido de aplicar, sendo dividida a partir de duas ramificações: ideias substantivas e não arbitrárias. Substantiva no sentido de não ter literal, e não arbitrária remete ao que já sabe sobre determinado assunto, mas com certo grau de sentido e relevância. Exemplificando, caso o professor pergunte ao aluno se ele sabe o que é trabalho e ele responder “Atender telefone, telemarketing”, é óbvio perceber que tal resposta não tem sentido, porém se o aluno responder que trabalho tem a ver com “movimento”, é importante levar em consideração sua resposta. De fato, a resposta inicial não pode ser banalizada, de forma que o discente apenas respondeu o que ele sabe sobre trabalho e isto não é trivial, digo, relacionar com movimento literalmente. Pode ser que o aluno não tenha a definição ou palavra sobre o conceito ali, na hora, mas é válido ressaltar que qualquer informação é um tipo resposta, ou seja, o aluno pode ser uma memória sobre o assunto, ou uma imagem, lembrança etc.

Isso é bem fácil de ser explicado, por exemplo: dada uma situação de uma escola em que o aluno, geralmente no primeiro ano de ensino médio, aprende sobre trabalho, tipos de energia e, por fim, conservação de energia mecânica, é muito provável que esses mesmos alunos ao serem apresentados ao conceito da primeira lei da termodinâmica, lembrando sobre energia, eles irão correlacionar, e, nesse sentido, seu conhecimento prévio irá se interligar com o conhecimento novo, e isso é uma forma de melhorar, bem como facilitar o ensino-aprendizagem. Esse tipo de aprendizagem é significativa subordinada, na qual um conhecimento apoia-se em outro.

Além disso, dada uma situação em que um saia do ambiente em que está vendo determinado conteúdo, por exemplo: As leis de Newton, é evidente afirmar que a partir de determinado tempo, caso o aluno não esteja mais estudando física, e se ele passou pelo processo de aprendizagem é bem provável que ele irá esquecer do formalismo, isto é, das equações, bem como de alguns conceitos relacionados, mas a possibilidade de ele lembrar ideias centrais, será alta. Isso acontece até com professores quando eles passam muito tempo sem dar um assunto específico, ele precisará revisar, o aprendizado será mais simples, mas é necessária uma revisão. Em contrapartida do que é uma aprendizagem mecânica, onde o aluno decora fórmulas, onde até o nome sugere que algo tem que ser daquele jeito, um dogma. Sem dúvidas, após certo intervalo, se o aprendizado não for significativo, isto é, ensino por testagem, onde o discente é preparado para provas, sem discutir, com certeza esquecerá sobre o conteúdo. É como se a cabeça de um aluno fosse um banco de dados, onde, conforme suas informações, elas podem ser organizar,

para melhorar no aprendizado e nesses dados podem ser estruturados, para serem evoluídos, a partir de novos dados.

Nesse sentido, existem duas condições para o aprendizado significativo: o material, que deve ser potencialmente significativo e o discente que deve ter uma predisposição para aprender. Por exemplo, se um professor fosse falar sobre força magnética expondo as equações e aplicando-as de maneira não trivial, naquele momento, o aluno provavelmente não entenderá, se for um iniciante, nesse caso o docente poderá, inicialmente optar por disponibilizar um material com imagens de ímãs, bem como mostrar vídeos das atrações magnéticas e até mesmo, caso seja possível, fazer um experimento com o material. Bem como ajudará se o aluno tiver em mente o que é uma ímã, bem como saber que ele pode atrair ou repelir.

Os conceitos que servem de conhecimento prévio são chamados de subsunçores, nos quais seriam como uma âncora que servem para serem apoiadas para futuras ideias. Mas essa analogia não pode ser totalmente levada em considerações, visto que os conhecimentos prévios podem ser evoluídos, ou até mesmo involuídos, de modo que eles passam por ajustes. Pode ser que o aluno não tenha subsunçores, o que não é muito comum, visto que o aluno tenha diversas memórias, mas caso não tenha, existem uma solução que pode ser não tão aplicável, que é a organização prévia, no qual o professor, geralmente, faz uma exposição bastante inclusiva sobre o assunto, podendo ser um filme ou apresentação com ideias que servirão para o conteúdo, mas também ele poderá fazer uma comparação, diferenciando determinadas áreas de estudo. É importante o discente possuir subsunçores porque, conforme Lemos (2011, p. 27)

"Quando a estrutura cognitiva do indivíduo não possui subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar (subsumir) a nova informação, o indivíduo a armazenará de forma literal e não substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica. O conhecimento aprendido mecanicamente pode ir paulatinamente sendo relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva caso o sujeito continue interagindo com o novo conhecimento."

Existe três tipos de aprendizagem significativa, superordenada, combinatória e representacional. Superordenada no sentido de, dada uma ideia inicial, o aluno terá de formular novos conceitos em paralelo com seu conhecimento prévio. Por exemplo, suponha que o aluno seja pergunta sobre educação e sociedade, é fato que o aluno, poderá associar esses conceitos pensando em escola, cursos, civis, de modo que, com isso, sua ideia sobre educação e sociedade poderá evoluir com base nos seus conhecimento prévios. Nesse sentido, essa aprendizagem implica na abstração dos alunos, bem como formulação de hipótese. Em relação à aprendizagem combinatória, a mesma tem como base sua interligação dos conceitos, ou seja, existe uma interação dos assuntos. Por fim, aprendizagem representacional relaciona símbolos com evento ou objetos, e funciona como função injetora, na qual um símbolo implica na unicidade.

Existe um conceito bem utilizado nas escolas, diretamente e indiretamente, que é a aprendizagem mecânica, famoso decoreba. Aprendizagem mecânica é bastante trivial, no ensino. É conhecido por decorar fórmulas (equações), não compreender conceitos, aplicações mecânicas. Ao contrário da aprendizagem significativa, que é algo subjetivo mas a partir da observação, exige compreensão e capacidade transcrever. Existe um interconceito, conhecido como ensino potencialmente significativo, que é a passagem do ensino mecânico para o significativo. É fato perceber que não é possível sair de um aprendizado mecânico para o significativo facilmente, existe várias situações antes, que é, por exemplo, os subsunçores, que são os conhecimentos prévios e servem para começar no aprendizado significativo. Além disso, apesar de uma aula que foi significativa, os alunos, ainda que expostos a tal metodologia, precisam de mais exposição, de modo que os subsunçores sejam ativados no decorrer do tempo. Logo, é importante entender as diferenças dos conceitos, bem como tentar diferenciar o saber dos alunos, aparentemente.

2.2 Importância da Educametria como recurso para o educador: Aplicação ao contexto cearense

A educametria busca entender o processo educacional, por meio da obtenção de dados. Dados esses que podem ser obtidos de muitas formas: questionários, avaliações, observações, atividades etc. Além disso, para uma análise qualitativa mais profunda, tem-se a psicometria como base, buscando obter teses sobre as informações, essas que podem ser, muitas vezes, emocionais. Esse campo é bastante utilizado, principalmente nas pesquisas, educacionais, com o propósito de entender como será o comportamento de determinados sujeitos bem como conseguir de detectar inconsistências ou pontos fora da curva, conhecidos como outliers. Além disso, a estatística, amplamente utilizada como requisito para analisar dados, é de suma importância para educação conforme Silva e Valente (2015, p. 6) apontam

“As práticas estatísticas na educação, para além de se assentarem em um saber técnico colocado a serviço da nova ordem burocrático cientificizante do Estado, possibilitaram uma nova leitura da educação, um novo modo de pensar o processo de escolarização da população.”

Primeiramente, tem-se a análise de dados como ideia fundamental, e isso dar-se-á por meio de software que auxiliaram no processo de extração, transformação e carregamento dos dados. Não somente isso, mas existem software que auxiliam no processo como excel, google planilhas etc. Além disso, considerando a quantidade de dados, é importante ter um mecanismo

para alocar as informações, pode ser feito com algum software de banco de dados, dependendo da quantidade de informações.

É necessário ter como mecanismos de catalogação de dados acessíveis tanto para os discentes/docentes/servidores/funcionários, mas também para os pesquisadores. Pode ser feito utilizando Google Forms ou outra plataforma. Segundo Silva (2017) “a educamétrica integra conceitos de processamento de informações e desenvolvimento cognitivo para melhorar a análise e interpretação de dados educacionais”. Na educamétrica, que envolve a análise de dados educacionais, diversos softwares e ferramentas matemáticas são utilizados para aprimorar as aulas dos professores. Sem dúvidas, é importante tal análise para melhoria do ensino, é fato, inicialmente, professores já fazem isso diariamente, analisam frequência dos alunos, bem como seu rendimento em atividades ou provas, a partir desses resultados, geralmente utilizando estatísticas como a descritiva que é utilizada para sumarizar e descrever dados, incluindo médias, medianas e desvios padrão, inferência estatística permite fazer generalizações sobre uma população com base em dados amostrais. Além disso, testes de hipóteses ajudam a determinar se as diferenças observadas nos dados são estatisticamente significativas, sendo úteis para avaliar a eficácia de diferentes métodos de ensino. Regressão estatística analisa as relações entre variáveis, como o impacto do tempo de estudo no desempenho dos alunos. A de variância (ANOVA) compara médias de três ou mais grupos, útil ao avaliar diferentes abordagens educacionais. A modelagem estatística desenvolve modelos preditivos para entender e prever padrões de desempenho dos alunos. Análise de séries temporais revela tendências e padrões ao longo do tempo em dados educacionais coletados ao longo de períodos específicos. Essas ferramentas estatísticas contribuem para uma compreensão mais profunda do desempenho dos alunos e do impacto de intervenções educacionais. e, com isso, verificar qual metodologia será mais conveniente utilizar em uma determinada turma. São muitos avanços que podem se esperar na educação: Melhoria da qualidade da educação, tomada de decisão baseada em evidências, avaliação de políticas educacionais, personalização da aprendizagem, monitoramento do progresso dos alunos etc.

É fato que são algumas de várias possibilidades, principalmente no Ceará, de acordo com Síntese de Indicadores Sociais (SIS) (2019)

“98% das crianças cearenses de seis a 14 anos de idade estão cursando o Ensino Fundamental (EF). É o melhor resultado do Nordeste e quinto melhor do Brasil. Em relação ao Ensino Médio, 73,5% dos adolescentes estão frequentando regularmente as unidades de ensino públicas e privadas”

, valores que, dependendo do trabalho que está sendo desenvolvido, poderá ser elevado, melhorando, assim, os índices educacionais.

A catalogação de dados é crucial para gerenciar conjuntos de dados educacionais extensos, "Nesse contexto, é crucial observar que as estatísticas não fornecem uma representação completa das situações expressas em números. Elas são o resultado de processos de objetivação moldados por categorias, pelas escolhas dos aspectos contabilizados e pelos métodos de observação, confirmando o que Gil (2019, p. 8) descreve

"Nesse sentido, importa observar que as estatísticas não compõem um retrato das situações expressas em números. São resultado de processos de objetivação conformados por categorias, por escolhas dos aspectos contabilizados, pelos modos de observar."

Isso simplifica a recuperação de informações, pois uma extração eficaz facilita a localização rápida de dados específicos. Além disso, contribui para a organização geral, proporcionando uma estrutura lógica e destacando relações entre variáveis. A padronização é promovida pela catalogação, garantindo consistência em formatos, nomenclaturas e categorias. A inclusão de metadados detalhados é uma vantagem adicional, fornecendo informações contextuais valiosas sobre os dados. Essa abordagem não apenas simplifica a gestão dos dados educacionais, mas também aprimora a eficiência na análise e utilização dessas informações extensas.

Ao aplicar uma estrutura de catalogação em um banco de dados, é possível classificar, rotular e descrever cada conjunto de dados, facilitando a identificação rápida e precisa. Isso é crucial em ambientes educacionais, onde grandes volumes de informações são coletados e armazenados. A catalogação em bancos de dados simplifica a compreensão e interpretação dos dados, fornecendo contexto e metadados que explicam a natureza e a origem de cada conjunto de dados. Essa prática não apenas facilita a análise, mas também promove a colaboração, uma vez que diferentes usuários podem acessar e entender os dados de maneira consistente. Além disso, a catalogação é crucial para a segurança dos dados, permitindo a implementação de políticas de acesso e controle. Ela contribui para a rastreabilidade, possibilitando o acompanhamento das alterações nos dados ao longo do tempo, sendo vital para auditorias e garantindo a integridade dos registros. Preparando para análises futuras, a catalogação eficiente em bancos de dados simplifica a identificação de conjuntos de dados relevantes para novas pesquisas e iniciativas. Essa prática facilita a integração de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e aprendizado de máquina, promovendo uma abordagem mais avançada na análise de dados educacionais, que é o objetivo para melhoria do ensino.

É importante saber que, conforme aplicação da metodologia ou avaliação do professor, os alunos relacionam com outras disciplinas que estuda, testes, ou outras atividades. Por isso, é importante ter um feedback, pois isso terá bastante impacto no aprendizado. O fato é, dependendo de como a instituição está estruturada, seu regimento, bem como sua estrutura curricular, isso pode ser um fator para o aprendizado do aluno.

Isso implica, também, na evasão e desinteresse dos jovens: “O Ceará tem cerca de 605 mil jovens “nem-nem”, que não trabalham nem estudam”, segundo (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), 2023). Preocupante porque a educação inicial, como um todo, é de suma importância para o processo das pessoas como pesquisadores, trabalhadores etc

Plataformas digitais, videoconferências e e-books aprimoram o ensino e aprendizado, tornando o processo mais eficiente. Nesse sentido, o uso da tecnologia na sala de aula desenvolve habilidades tecnológicas nos alunos, preparando-os para o mundo digital em constante evolução. Ou seja, a tecnologia educacional não apenas enriquece a experiência educacional, mas também equipa os alunos com as habilidades necessárias para enfrentar os desafios do século XXI. Assim, é necessário também que o professor domine as tecnologias que usará em sua aula, para melhor performance na hora de suas aulas. Isso é bastante relevante para o ensino-aprendizagem, fator relevante que pode ser catalogado para verificar o acesso dos professores, bem como seu domínio tecnológico em sala de aula.

2.3 Teste de hipóteses com variâncias conhecidas

Apresenta-se ao leitor sobre o funcionamento de testes de hipótese, neste caso, para variâncias conhecidas. Assim, é necessário, inicialmente, abordar alguns conceitos conforme abaixo de tal forma que para melhor análise, tem-se a tabela abaixo como suporte, equações e suas explicações a seguir:

Logo, conforme o gráfico que será visualizado abaixo, o teste é bicaudal. Ademais, a significância de 5% implica que a confiança de está certo, na análise de hipótese, sugere 95% de probabilidade de aceitação no resultado. Dito isso, existem alguns passos que devem ser tomados para formulação de hipótese

Para calcular o teste estatístico, do t de Student tem-se que usar a equação:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (2.1)$$

Tabela 1 – Análise da Tabela e suas equações

Variáveis	x	y
Média	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$
Variância	$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$	$s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$
Observações	n_x	n_y
Hipótese da Diferença de Média	$H_0 : \mu_x - \mu_y = 0$	
Graus de Liberdade	$df = n_1 + n_2 - 2$	
t-Estatística	$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$	
P-Valor (unicaudal)	$p = P(T \geq t_{\text{observado}})$	
t Crítico (unicaudal)	$t_{\text{crítico}} = t_{\alpha, df}$	
P-Valor (bicaudal)	$p = 2 \times P(T \geq t_{\text{observado}})$	
t Crítico (bicaudal)	$t_{\text{crítico}} = t_{\alpha/2, df}$	

Fonte: Elaborado pelo autor.(2023)

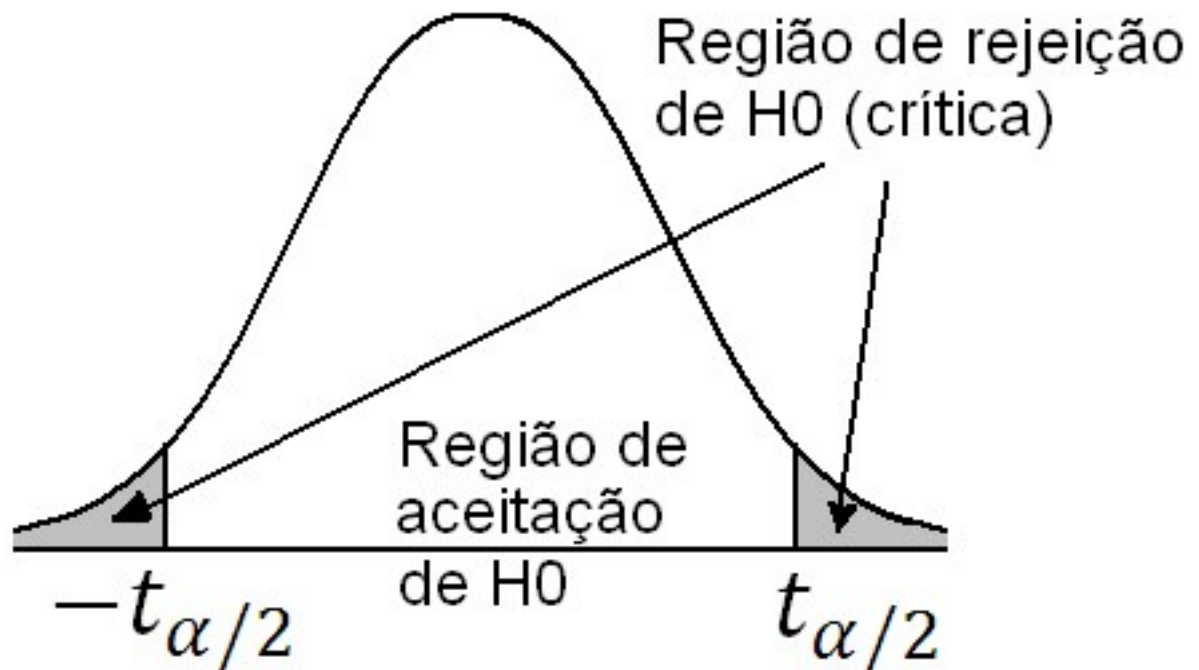


Figura 1 – Elaborado pelo autor (2023)

Onde:

t = estatística do teste t

\bar{X} = média da amostra

μ = média populacional (hipotética)

σ = desvio padrão populacional

n = tamanho da amostra

Assim, é necessário seguir a seguinte regra:

- a) Fixar H_0 e H_1 ;
- b) Verificar qual tipo de teste;
- c) Fixar a probabilidade (nível de significância) e usar essa informação para analisar a região crítica;
- d) Calcular a estatística do teste
- e) Verificar se o valor calculado pertence ou não a região crítica;

Também, para melhor efetivação dos conceitos, a tabela abaixo explica os elementos do teste, bem como sua aplicação:

Tabela 2 – Explicação dos Termos na Tabela

Termo	Explicação
Média (\bar{x} e \bar{y})	\bar{x} representa a média dos valores na amostra 2D. \bar{y} representa a média dos valores na amostra 2E.
Variância (s^2)	s^2 é a variância amostral, uma medida de quão dispersos estão os valores em relação à média. Calcula-se somando os quadrados das diferenças entre cada valor e a média, dividindo pelo número de observações menos 1.
Observações (n_1 e n_2)	n_1 é o número de observações na amostra 2D. n_2 é o número de observações na amostra 2E.
Hipótese da Diferença de Média	H_0 é a hipótese nula de que não há diferença significativa entre as médias ($\mu_{2D} - \mu_{2E} = 0$).
Graus de Liberdade (d f)	d f são os graus de liberdade para o teste t, calculados como $n_1 + n_2 - 2$. Além disso, os graus de liberdade são uma medida da quantidade de informação disponível para estimar os parâmetros de uma distribuição estatística. Quanto maior o número de graus de liberdade, mais confiável é a estatística t como uma medida da diferença entre as médias populacionais.
t-Estatística (t)	t é a estatística t usada para testar se há uma diferença significativa entre as médias das amostras.
P-Valor (unicaudal e bicaudal)	P-Valor (unicaudal) é a probabilidade de observar uma estatística t igual ou mais extrema, assumindo que a hipótese nula é verdadeira (unicaudal superior). P-Valor (bicaudal) é a probabilidade de observar uma estatística t igual ou mais extrema em ambas as direções (superior ou inferior).
t Crítico (unicaudal e bicaudal)	t Crítico (unicaudal) é o valor crítico de t para um determinado nível de significância (unicaudal superior). t Crítico (bicaudal) é o valor crítico de t para um determinado nível de significância em ambas as direções (superior ou inferior).

Fonte: Elaborado pelo autor.(2023)

3 EXEMPLO DE AULA SIGNIFICATIVA

Inicialmente, para uma proposta significativa, é necessário ter em mente alguns fatores que possam auxiliar na aula: discussão inicial dos assuntos entre os alunos, elaboração de ideias, demonstração de aplicações práticas e confirmação ou não dos conceitos apresentados pelos alunos. Após isso, conforme decorrer da aula, o professor faz demonstração do assunto, com abordagem teórica bem aprofundada, assim como resolução de problemas fechados ou abertos para melhor captação dos assuntos.

Assim, na primeira aula, aplicada a turma do 1^ªA, turno manhã, foi realizada uma discussão sobre o estudo de colisões, bem como suas possíveis definições a partir do conhecimento prévio e as visualizações do cotidiano. Conforme os debates foram acontecendo, foi proposto um formulário desenvolvido no , no qual os alunos puderam colocar, mais formalmente, suas respectivas respostas. No primeiro momento, a pesquisa teve caráter explicativo, de modo que tinha-se um tema central, e o objetivo seria explicar o tema, mas a partir das próprias indagações dos alunos, e isso foi feito de modo que foram coletados dados, de modo a ter-se dados informações quantitativas e qualitativas. Foi necessário levar os alunos para o laboratório de ciências. Em seguida, foi apresentado slides sobre os tipos de colisões e uma simulação do (Physics Education Technology Interactive Simulations (PhET), 2023), no caso, com duas bolas, podendo ser variável sua massa, o tipo da colisão, posição em uma dimensão, velocidade etc. Os alunos dessa turma, em específico, possuem certo interesse em aprender determinados assuntos e, como as perguntas eram triviais, foi possível obter um bom alcance na quantidade respostas, bem como as expectativas nas respostas das mesmas.

No segundo momento, foi proposto, novamente, indagações triviais, isto é, perguntas que poderiam ser respondidas a partir das observações no dia-a-dia dos alunos, de tal forma que foi possível aplicar, a partir dessas iniciais questões, experimentos com demonstrações utilizando materiais simples. No decorrer, os alunos puderam catalogar dados, quantitativamente, para analisar, de modo que de certa forma, teve-se uma pesquisa de caráter quantitativo, inicialmente, instigando-os à desenvolver suas técnicas científicas.

4 ANÁLISES

4.1 Aula 1: Teste significativo e introdução ao estudo das colisões

Inicialmente, essa primeira aula, na turma de 1^ªA, o objetivo foi aplicar um teste sobre aprendizagem significativa, de modo que a aula principal será feita adiante, nas turmas de 2^ª Série. Assim, foi disponibilizado um teste significativo sobre as colisões, no formato QrCOD, com um link direto para Google formulário, e a partir do senso comum os alunos responderam simples questionamentos sobre alguns acontecimentos que provavelmente já viram alguma vez, e que possam imaginar. Nesse sentido, dada tese inicial de alguns alunos da turma, foi proposto discussões acerca do tema, bem o por quê de certas respostas, a partir do senso comum. Algumas perguntas são bastante comuns, o que faz total sentido porque tais questionamentos são propostos a partir do que o aluno já observou sobre a realidade, como é possível visualizar abaixo:

Tabela 3 – Respostas dos Participantes

Série	Defina o que é colisão?	Caso 1 - Carro colide com muro; Caso 2 - Caminhão colide com muro. Muro mais danificado em qual caso?	Você sabe o que é energia? Existe perda de energia em uma colisão?
1 ^ª A	Quando dois objetos se colidem.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Dependendo do caso, sim, há perda de energia em uma colisão. Energia é potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação.
1 ^ª A	Duas coisas se batem com velocidade.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Sim, existe sim.
1 ^ª A	Quando dois corpos colidem e eles se chocam e perdem seu movimento.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Sim, por conta do impacto.

Série	Defina o que é colisão?	Caso 1 - Carro colide com muro; Caso 2 - Caminhão colide com muro. Muro mais danificado em qual caso?	Você sabe o que é energia? Existe perda de energia em uma colisão?
1ºA	Acidente, atenção.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Se for uma colisão com um poste, sim!
1ºA	Acidente e falta de atenção.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Sim, se for uma colisão em um poste.
1ºA	Uma colisão é quando um certo objeto se choca com outro.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Sim. Sim porque quando algo bate ele perde a velocidade.
1ºA	É quando um objeto se choca com outro em um tempo curto.	No caso dois, porque o carro, apesar de ter massa pequena em relação ao caminhão, possui momento linear equivalente.	Sim, energia mecânica.
1ºA	E quando dois corpos ou mais se chocam sem a interação, mas muda a forma de alguns corpos no final.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Em uma colisão não há perda de energia, alguns tipos de energia são conservadas.
1ºA	Acidente, manutenção.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Sim, se for uma colisão contra um poste.
1ºA	Duas coisas se batem com velocidade.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Energia da força da água, etc. Sim, existe.

Série	Defina o que é colisão?	Caso 1 - Carro colide com muro; Caso 2 - Caminhão colide com muro. Muro mais danificado em qual caso?	Você sabe o que é energia? Existe perda de energia em uma colisão?
1ºA	Colisão é um evento em que dois ou mais corpos exercem forças um sobre o outro por um tempo relativamente curto.	No caso dois, porque o carro, apesar de ter massa pequena em relação ao caminhão, possui momento linear equivalente.	A quantidade de energia cinética que se perde é a máxima permitida pela conservação do momento linear. Em algumas situações, o sistema pode perder toda a sua energia cinética.
1ºA	Quando dois objetos se batem.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Existe perda de energia por conta do impacto.
1ºA	Quando dois veículos em movimento se batem.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Energia é um raio solar, existe sim perda de energia em uma colisão.
1ºA	Durante a colisão, haverá uma troca de energia entre os corpos.	No caso dois, porque o carro, apesar de ter massa pequena em relação ao caminhão, possui momento linear equivalente.	"É uma coisa que está trabalhando, movendo objeto ou aquecendo-o, por exemplo, está gastando (transferindo energia). Existe perda de energia em uma colisão."
1ºA	Uma colisão são quando duas coisas se batem.	No caso dois, porque o carro tem espessura menor.	Não sei.
1ºA	Quando duas coisas se batem.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Energia é uma coisa que se move e pode perder e ganhar. Sim, existe perda de energia em uma colisão.

Série	Defina o que é colisão?	Caso 1 - Carro colide com muro; Caso 2 - Caminhão colide com muro. Muro mais danificado em qual caso?	Você sabe o que é energia? Existe perda de energia em uma colisão?
1ºA	Colisão é quando objetos batem em velocidade que resulta na preservação do movimento dos objetos.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Sim. São forças que atuam em objeto. Mas pode passar a energia para outro objeto.
1ºA	Colisão das palavras é uma interação.	No caso dois, porque o carro tem espessura menor.	Sim.
1ºA	A interação entre dois ou mais corpos, inicialmente livres (ou seja, não há interação entre eles).	No caso dois, porque o carro, apesar de ter massa pequena em relação ao caminhão, possui momento linear equivalente.	Sim, a quantidade de energia cinética que se perde é a máxima permitida pela conservação do momento linear.
1ºA	A interação entre dois ou mais corpos inicialmente livres (ou seja, não há interação entre eles).	No caso dois, porque o carro, apesar de ter massa pequena em relação ao caminhão, possui momento linear equivalente.	Sim, a quantidade de energia cinética que se perde é a máxima permitida pela conservação do momento linear.
1ºA	As colisões são interações entre corpos em que um exerce força sobre o outro.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Energia é a capacidade de realizar trabalho em várias formas, na colisão há perda de energia no choque.

Série	Defina o que é colisão?	Caso 1 - Carro colide com muro; Caso 2 - Caminhão colide com muro. Muro mais danificado em qual caso?	Você sabe o que é energia? Existe perda de energia em uma colisão?
1ªA	As colisões são interações entre corpos em que um exerce força sobre o outro.	No caso um, porque o caminhão tem uma massa muito grande e, portanto, maior momento em relação ao carro.	Energia é a capacidade de realizar trabalho em várias formas, na colisão há perda de energia no choque.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O estudo sobre a compreensão dos conceitos de colisão e energia pelos alunos é essencial para melhorar os métodos de ensino de física. Os dados coletados apresentam respostas variadas, indicando diferentes níveis de entendimento entre os participantes. A maioria dos participantes definiu colisão como o momento em que dois objetos se chocam. No entanto, algumas respostas também destacaram a ideia de perda de movimento ou mudança na forma dos corpos envolvidos. É notável que a compreensão do termo varia, mas há uma tendência de associá-lo a eventos de impacto. Ao considerar as situações de colisão entre um carro e um muro versus um caminhão e um muro, a maioria dos participantes concorda que o muro seria mais danificado no caso envolvendo o caminhão. A justificativa comum é a massa maior do caminhão, gerando mais momento em relação ao carro. Essa observação sugere uma boa compreensão do conceito de momento linear e sua relação com o dano em colisões. A definição de energia varia entre os participantes, mas há uma tendência de associá-la à capacidade de realizar trabalho em diversas formas. Alguns mencionam a energia como potencial inata para executar ações. A associação da energia ao trabalho indica uma compreensão geral, embora as definições possam ser mais precisas. A questão sobre perda de energia em colisões gera respostas mistas. Alguns participantes reconhecem a possibilidade de perda de energia, enquanto outros mencionam a conservação de certos tipos de energia. A compreensão dessa questão parece depender da associação de diferentes formas de energia durante uma colisão. Os dados revelam uma diversidade de compreensão entre os participantes, destacando a importância de abordagens pedagógicas que atendam a diferentes perspectivas. Estratégias de ensino podem se beneficiar

ênfatizando a relação entre conceitos, como momento linear, massa e dano em colisões, para aprimorar a compreensão dos alunos.

Após isso, foi exposto o contéudo de momento linear na lousa, com as devidas explicações sobre colisão elástica, parcialmente elástica e inelástica, bem como as possíveis trocas de energia nesses processos, bem como algumas demonstrações das colisões, com uma bola de ferro e outra de gude. Assim, a partir das equações matemáticas foi feito algumas considerações e previsões acerca dos movimentos, conforme as perguntas, por exemplo: na terceira pergunta sobre o tema, foi indagado qual seria o resultado final da velocidade de uma bicicleta, caso um caminhão colidisse com a mesma, de tal forma que isso pode ser expresso, no sentido matemático como sendo:

Suponha uma massa m_1 , como velocidade v_1 e m_2 em repouso, se $m_1 \gg m_2$, qual valor de v'_2 se v'_1 é a velocidade final de m_1 e v'_2 a velocidade final de m_2

Conforme o problema, exposto de tal forma, é necessário um certo conhecimento sobre a conservação de momento, bem como se inequações. Tal demonstração feita na lousa, foi replicada abaixo:

Pela conservação de momento linear e energia, tem-se que,

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v_2 \quad (4.1)$$

Se

$$m_1 \gg m_2 \quad (4.2)$$

Então

$$\frac{m_1}{m_2} \gg 1 \quad (4.3)$$

De tal modo que

$$v'_2 \gg v'_1 \quad (4.4)$$

Sendo assim, conforme vários alunos formularam, a bicicleta teria uma velocidade muito grande, devido sua colisão com o caminhão. Para além disso, foi ilustrado, também, que durante simulação no PhET, foi possível concluir tal demonstração, a partir da colisão elástica.

4.2 Aula 2: Análise experimental

Primeiramente, como objetivo introdutório, foi estabelecido algumas questões para os alunos, de modo a estimulá-los a pensarem sobre o assunto proposto, restituição dos materiais, aplicado às colisões. Assim, perguntas foram disponibilizadas, tais como: "é possível um objeto se solto de uma determinada altura, voltar para onde foi solto a partir de uma colisão com o solo?", "Porque os carros, na atualidade, aparentam ser menos resistentes do que os antigos?". Tais perguntas, a priori, são difíceis de serem respondidas tecnicamente, para um iniciante no assunto, é fato concluir isso. Para tanto, alguns alunos, conforme observações cotidianas, elencam que tais fatos acontecem porque a energia está contida no sistema. Ou seja, ainda que não seja um argumento, relativamente, de certa forma concreto, essas questões podem ser consideradas como uma boa aproximação. Conforme decorrer da aula, bem como as hipóteses dos alunos, foi demonstrado experimentalmente a primeira questão, utilizando três bolinhas maciças de massa aproximadamente iguais, utilizando uma trena, régua de 80 cm, câmera do celular para maior precisão na observação dos dados, utilizando uma proporção de alturas, analisando a porcentagem de retorno da bola. Os alunos foram separados em grupos de cinco integrantes, para cada bolinha, foi catalogado três tentativas, e, assim, tirou-se a média aritmética, obtendo três valores, para respectivas bolinhas, obtendo-se, assim, dados quantitativos da demonstração.

Nesse sentido, após os dados serem mensurados, foi apresentado o conteúdo sobre velocidade relativa com as devidas definições de módulo de um número, o que para os alunos foi algo novo, bem como a comparação das velocidades para um mesmo sentido e sentidos opostos. Por conseguinte, foi apresentado a grandeza coeficiente de restituição, conforme equação abaixo:

$$e = \frac{v_f - v'_f}{v_i - v'_i} \quad (4.5)$$

Onde:

v_f = velocidade final do corpo 1; v'_f

= velocidade final do corpo 2; v_i =

velocidade inicial do corpo 1;

v'_i = velocidade inicial do corpo 2;

Assim, tal equação é relevante, pois é possível classificar o tipo de colisão.

Logo, foi possível calcular tal coeficiente de algumas situações, e, dessa forma, os alunos concluíram sobre os conceitos, bem como sua associação com a conservação de energia

cinética ou perda, e os tipos de colisões, que são denominadas de elástica, parcialmente elástica e inelástica. Observou-se que para todas as bolinhas o tipo de colisão foi parcialmente elástica com valores no intervalo entre 1 e 0.

5 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DAS TURMAS PARA ANÁLISE DO MÉTODO SIGNIFICATIVO

Inicialmente, foi escolhido duas turmas não aleatoriamente para aplicação das aulas significativas e não significativas. Com os seguintes objetivos:

- a) Verificar performance da metodologia Aprendizagem Significativa;
- b) Aplicar método em duas turmas distintas de rendimentos diferentes;
- c) Analisar os dados obtidos;
- d) Estimular o interesse dos discentes para pensarem sobre fenômenos físicos;
- e) Estimular o conhecimento prévio;
- f) Demonstrar a importância de analisar dados para tomar decisões sobre como melhorar as aulas dos docentes;
- g) Verificação de resultados utilizando teste concreto.

Estatisticamente, existe uma diferença entre as médias dos alunos, isso implica no seu rendimento. Não necessariamente seu rendimento avaliativo, mas geral. As notas que os alunos tiraram nos três semestres demonstra se elas são equivalentes, conforme visualização abaixo,

Tabela 4 – Resultados do Teste T para 2E e 2D

Vaiáveis	2ºD	2ºE
Média	7.09	4.18
Variância	0.05	0.47
Observações	3	3
Hipótese da Diferença de Média	0	
Graus de Liberdade	2	
t-Estatística	6.93	
P-Valor (unicaudal)	0.01	
t Crítico (unicaudal)	2.91	
P-Valor (bicaudal)	0.02	
t Crítico (bicaudal)	4.30	

Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível obter algumas informações sobre os dados. Primeiramente, a média de uma turma é maior que a outra, o que implica na diferença entre as mesmas. Além disso, sua variância também é diferente, sendo os valores dos dados da turma do 2E estão mais concentrados, isto é, perto da média, resultado parecido com o 2D. É necessário comparar a t-estatística calculada com um valor crítico de t, que depende do nível de significância e dos graus de liberdade. Se a t-estatística for maior (ou menor, dependendo do teste unicaudal ou bicaudal)

do que o valor crítico, você rejeita a hipótese nula e conclui que as médias são diferentes.

Logo, com base nos resultados apresentados, parece haver evidências estatísticas de que as médias das duas variáveis são diferentes. No teste t de Student, a hipótese nula (H_0) é que as médias das duas amostras (ou grupos) são equivalentes, ou seja, não há diferença significativa entre elas. A hipótese alternativa (H_1) é que as médias são diferentes. Nesse caso, a t-estatística calculada (6.93) é muito maior do que o valor crítico de cauda única (2.91) e o valor crítico de duas caudas (4.3), e os p-valores são menores que o nível de significância (0,05). Portanto, com base em ambos os critérios, é necessário rejeitar a hipótese nula e concluindo, dessa forma, que as médias das duas variáveis são diferentes.

Portanto, é necessário mecanismos que possam alterar esses resultados, bem como uma metodologia necessário, porque, conforme os dados, uma turma pode aprender diferente de outras e isso é fato. O aprendizado depende de vários fatores, o que implica em como o professor poderá aplicar. Logo tais turmas foram elencadas para aplicabilidade e comparação. Assim, mesmo superficialmente, será possível verificar se houve diferença em resultados avaliativos dessas turmas, bem como sua captação de informações.

É importante destacar, também, a parte experimental. Para isso, utilizou-se lanterna, vela e celular para verificar a intensidade luminosa e sua relação com a distância, confirmando que, conforme a distância aumenta, a intensidade diminui. Tal tese, foi elaborada pelos alunos, no dia da aula significativa.

5.1 Aula Tradicional - 2ª Série E

Inicialmente, a aula foi elaborada normalmente com os seguintes tópicos

- a) Apresentação do conteúdo;
- b) Aplicação prática utilizando fontes luminosas e alto falante;
- c) Demonstração de equações;
- d) Resolução de exercícios.

Na aula, abordou-se o conceito de intensidade sonora e luminosa, explorando suas aplicações práticas e a resolução de exercícios. Início-se com uma breve revisão dos fundamentos das ondas sonoras ou luminosas, contextualizando a importância desses conceitos na física. A compreensão inicial dos alunos sobre esses fenômenos é crucial para o desenvolvimento da aula. Em seguida, apresento os conceitos fundamentais de intensidade, explicando como medimos a amplitude das ondas sonoras ou luminosas e sua relação com a percepção humana. A ênfase

recai sobre a aplicação prática desses conceitos em nosso cotidiano, destacando exemplos relevantes. Após a compreensão inicial, proponho uma atividade prática, na qual os alunos, resolveram exercícios relacionados à intensidade sonora e luminosa. Essa abordagem visa aplicar os conceitos aprendidos, promovendo a resolução de problemas. A correção coletiva é realizada no quadro branco, destacando os pontos-chave e esclarecendo dúvidas comuns.

Concluimos a aula com uma síntese dos principais tópicos, enfatizando a importância da intensidade sonora ou luminosa em diversas áreas, como na acústica, iluminação e comunicação. Para avaliação, considerei a participação ativa dos alunos durante a atividade prática, a qualidade das respostas e o envolvimento nas discussões em sala de aula. Além disso, sugeri exercícios adicionais como tarefa de casa, que foi a resposta de um formulário, realizado pelo Google, utilizando um QrCOD.

5.2 Aula Significativa - 2ª Série D

Primeiramente, para implementação dessa aula, separamos os alunos, aleatoriamente, com o objetivo de comunicação interna, bem como elaboração de ideias relacionadas aos assuntos. Foi solicitado aos alunos que escrevessem sobre ideias, palavras, assuntos, conteúdos que remetessem a ideia de intensidade de onda, ou o que eles conseguiam lembrar ou imaginar sobre esse assunto. Alguns tópicos foram citados por eles:

- a) Lâmpada;
- b) Caixa de som;
- c) Lanterna;
- d) Celular;
- e) Sol;
- f) Energia Solar.

Após esse primeiro momento, foi discutido com os alunos sobre cada palavra ou tópico que eles escreveram no papel, bem como sua explicação e sendo acrescentado mais alguns exemplos. Foi reforçado sobre a importância desse conhecimento prévio deles, sua função e aplicação na natureza. Nesse sentido, os alunos foram apresentados sobre o tema intensidade de ondas, e como isso está no escopo da temática central, que é ondas, conforme listagem abaixo:

- a) Potência;
- b) Intensidade de uma onda mecânica;
- c) Intensidade de uma onda eletromagnética;

- d) Aplicação para uma superfície esférica;
- e) Aplicação prática de aparatos: Lanterna, celular e caixa de som;
- f) Resolução de exercícios a partir de um formulário.

Foram feitas algumas perguntas para os discentes, com base nas suas respostas, de tal forma a elaborarem teses imediatas. É necessário o professor entrar com a confirmação ou correção das respostas, e foi feito. Foi apresentado, conforme desenrolar, a explicação dos fenômenos, bem como apresentação de vídeos, imagens e simulações sobre o assunto.

Por fim, foi feita uma pequena avaliação, desenvolvida pelo google formulário sobre os tópicos da aula, com o objetivo de aferir sobre o desempenho inicial dos alunos. Obviamente, são necessárias mais aulas para melhor análise dos dados. As perguntas estão abaixo:

- a) Se a distância de uma fonte triplicar, o que vai acontecer com intensidade de uma onda?
- b) Suponha uma área de 4m^2 , para uma potência de 50 W , qual valor da intensidade em unidades do SI?
- c) Compare o valor do item anterior com a constante da intensidade solar . Constante solar = $1360 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
- d) O que acontece com a intensidade de uma onda esférica se a distância da fonte aumentar?

Os alunos responderam, de modo que suas respostas saíram em formato planilha, tabulado.

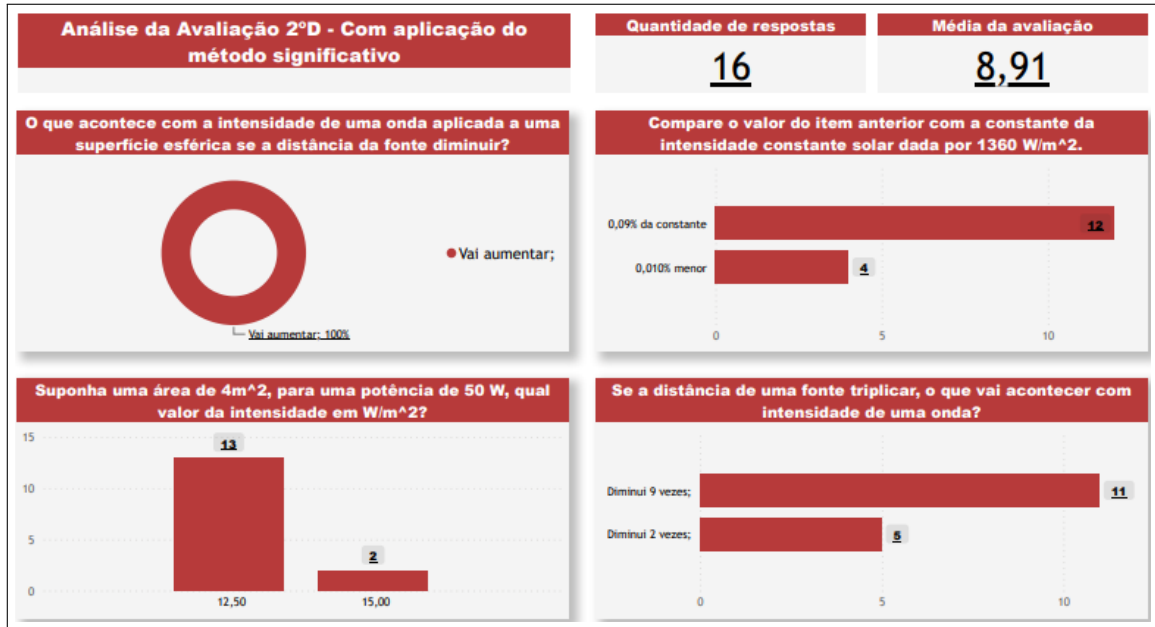
Para efeito de conclusões, inicialmente, as informações podem trazer alguns insights: cada turma poderá, dependendo dos alunos, aprender de forma diferente, e saber isso é essencial para docente tomar decisões de como elaborar suas aulas, isto é, a utilização da educamétrica, ou seja análise de dados voltado para educação.

6 RESULTADOS

6.1 Demonstração de resultados

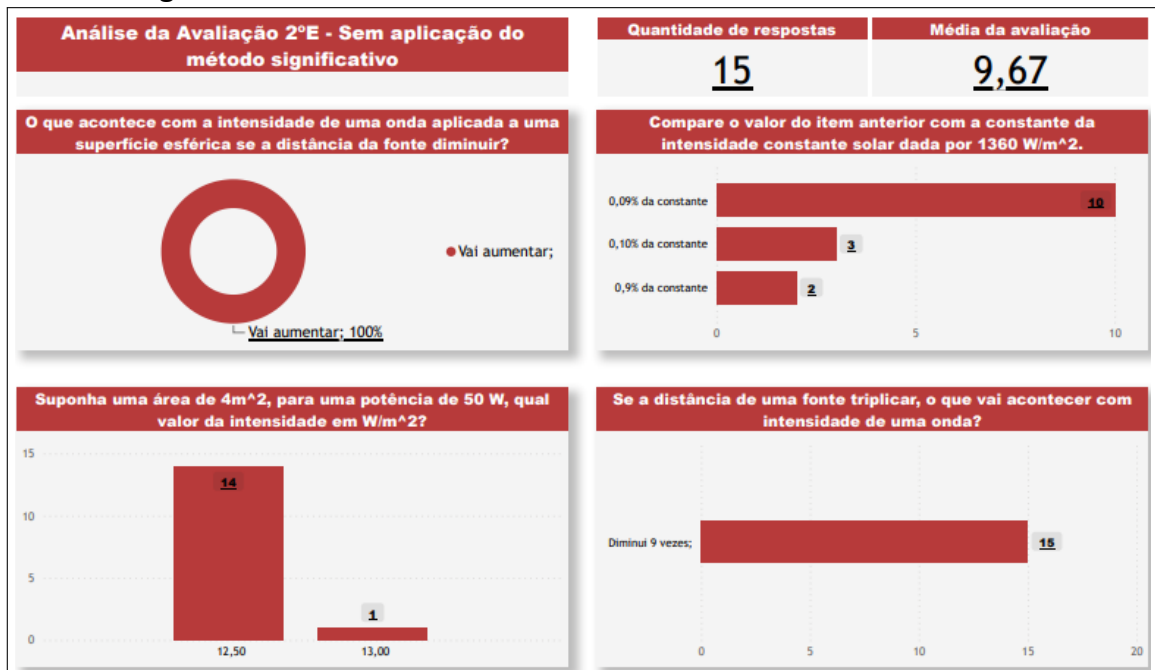
Os resultados obtidos da avaliação, respondido pelo google formulários estão disponibilizados abaixo:

Figura 2 – Análise Quantitativa - 2ºD



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 3 – Análise Quantitativa - 2ºE



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

De modo que as perguntas se encontram abaixo com suas respectivas análises:

1. Se a distância de uma fonte triplicar, o que vai acontecer com intensidade de uma onda?

De acordo com as respostas, tem-se uma compreensão consistente do conteúdo, conforme maior quantidade de respostas abaixo:

Ambas séries: A intensidade diminuirá 9 vezes.

2. Suponha uma área de 4m^2 , para uma potência de 50W , qual valor da intensidade em W/m^2

a) Série 2D: Percebe-se que as respostas variam entre $12,5$ e $15 \text{ W}/\text{m}^2$, indicando inconsistências e possível confusão nos cálculos, mas é válido destacar que acontece com a minoria dos alunos.

b) Série 2E: As respostas também apresentam variação ($12,5$ a $13 \text{ W}/\text{m}^2$), sugerindo falta de precisão nos cálculos, para alguns alunos.

3. Compare o valor do item anterior com a constante da intensidade constante solar dada por $1360\text{W}/\text{m}^2$.

a) Ambas séries: As respostas indicam que a intensidade calculada é muito baixa em comparação com a constante solar, mas as porcentagens variam ($0,010\%$ a $0,10\%$). Fato é que a maioria dos alunos acertaram, marcando a opção que apresenta $0,09\%$ da constante

4. O que acontece com a intensidade de uma onda aplicada a uma superfície esférica se a distância da fonte diminuir?

a) Ambas séries: Indicam corretamente que a intensidade aumentará quando a distância diminuir. O que confirma o aprendizado, a partir da visualização experimental com a lanterna, celular e a caixa de som.

Algumas respostas contêm contradições e inconsistências, indicando a necessidade de revisão e esclarecimento dos conceitos, porém a maioria dos alunos conseguiram aprender de forma objetiva e significativa os conceitos. Enquanto há uma compreensão razoável da relação entre distância e intensidade, é fundamental abordar as inconsistências nas respostas relacionadas à potência, área e comparação com a constante solar, neste caso, revisar a matemática que fornece as respostas. É válido salientar alguns pontos: Ambas turmas tem consciência e sabem, no aumento da distância, a intensidade da onda, seja mecânica ou eletromagnética, tende a

diminuir. Além disso, conforme visualização sobre a pergunta do valor da intensidade para uma fonte de potência igual a 50 W, aplicada a uma área de 4 m² na maioria das respostas os estudantes marcaram 12,5 em unidades do Sistema Internacional (SI), de modo que não foi difícil aplicar esse cálculo, considerando o total de acertos. Foi solicitado que os discentes comparassem o valor obtido anteriormente com uma aproximação para intensidade que o sol emite para superfície terrestre. Pode-se perceber que houve variações nas respostas, isso pode ser por conta da matemática ou interpretação da pergunta, visto que foi para ambas turmas. Por fim, pergunta-se sobre o valor da intensidade caso seja aumentada a distância da fonte, nesse caso, três vezes o que era inicialmente, e, como esperado, os alunos percebem que a intensidade diminui.

6.2 Discussão dos resultados

É fato que, conforme observação dos dados, as respostas tendem a ser aproximarem de um valor comum. Inicialmente, a turma do 2º já tem um bom desempenho, espera-se, então, que o resultado permaneça constante, o que, de fato, aconteceu nas respostas. Ademais, para a turma do 2ºD, teve um aumento em sua performance, em relação ao que era antes. Ou seja, percebe-se, portanto, que os resultados são bem equivalentes, de modo que para comprovar, foi elaborado abaixo uma verificação para as médias obtidas durante as duas avaliações aplicada nas turmas.

Tabela 5 – Teste-t: Duas amostras presumindo variâncias diferentes: resultado avaliativo

Vaiáveis	2ºD	2ºE
Média	8,91	9,67
Variância	2,47	1,66
Observações	16	15
Hipótese da Diferença de Média	0	
Graus de Liberdade	29	
t-Estatística	-1,47	
P-Valor (unicaudal)	0,07	
t Crítico (unicaudal)	1,69	
P-Valor (bicaudal)	0,15	
t Crítico (bicaudal)	2,04	

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Com base nos resultados fornecidos, o valor p associado à estatística t é 0,1794372 (P-Valor (unicaudal)). Em um teste de hipóteses, comumente usa-se um nível de significância de

0,05 ou 5%. É válido ressaltar que o nível de significância de uma amostra fornece informações importantes. A significância está relacionada à probabilidade de cometer erros estatísticos ao fazer inferências a partir de uma amostra para uma população maior. Quando é realizado um teste de hipótese, busca-se tomar uma decisão sobre uma afirmação feita sobre a população com base em uma amostra da população. De modo que tem-se a Hipótese Nula (H_0): Uma afirmação inicial que está sendo testada. Geralmente, é uma afirmação de que não há efeito ou diferença. Além disso a hipótese Alternativa (H_1): A afirmação contra, se houver evidências suficientes, a hipótese nula e, por fim, o nível de significância (α): Ou seja, probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira. Um nível de significância comum é 0,05 (ou 5%). Isso significa que deseja-se aceitar uma probabilidade de 5% de cometer um erro do Tipo I (uma conclusão incorreta). Se P-Valor (unicaudal) for maior que o nível de significância significa que não há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula, ou seja, as médias são estatisticamente equivalentes. Logo, o nível de significância fornece uma medida da força das evidências necessárias para rejeitar a hipótese nula. Quanto menor o nível de significância, mais fortes devem ser as evidências para rejeitar a hipótese nula. Essas evidências podem vir de diversos aspectos, dependendo do tipo de teste estatístico utilizado.

Nota-se algumas restrições como por exemplo: o contexto prático ou clínico. Uma pequena diferença estatística pode não ser clinicamente relevante, ou vice-versa. Além disso, o tamanho da amostra pode influenciar a capacidade do teste para detectar diferenças. Amostras maiores podem detectar diferenças menores como estatisticamente significativas, ou seja, para uma maior segurança e realidade, seria necessário analisar mais turmas, podendo ser até diferentes escolas. Outros fatores, podem impactar como a qualidade da coleta de dados, a representatividade das amostras e a precisão das medições, também influenciam as conclusões do teste, bem como os resultados. Porém, a tecnologia, bastante utilizado nos dias de hoje, facilita o acesso rápido a vastas informações, ultrapassando os limites tradicionais da sala de aula. Além disso, permite o aprendizado personalizado, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos. Recursos interativos, vídeos ou imagens educacionais e simulações, tornam o aprendizado mais envolvente, aumentando o engajamento dos alunos. A tecnologia também promove a colaboração global, conectando estudantes e educadores em todo o mundo, e isso faz parte de dados, ou seja, informação.

Portanto, conforme foi comprovado neste caso, algumas turmas podem aprender diferentemente, a partir de metodologias aplicadas. Notoriamente, é difícil ter um estudo personali-

zado para cada turma, visto que são necessários inúmeros recursos, principalmente de verbas. Outro fator é a falta de professores capacitados, infraestrutura da escola, currículo educacional e, também, o nível de interesse do educando.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados obtidos a partir da avaliação realizada nas duas turmas oferece insights valiosos sobre a eficácia da implementação do método significativo no contexto do ensino de física. Ao confrontar os dados coletados com a abordagem teórica apresentada, é possível observar correlações e identificar padrões que contribuem para uma compreensão mais aprofundada do impacto do método. A abordagem teórica destacou a importância da aprendizagem significativa, ressaltando a necessidade de conectar os conceitos abstratos da física com a realidade dos alunos. A teoria de Ausubel enfatizou a relevância do conhecimento prévio na construção de novos significados, sugerindo que a aplicação de métodos que promovam essa interconexão pode resultar em aprendizagem mais efetiva. No contexto da análise estatística, o teste de hipóteses foi conduzido com um nível de significância de 5%, buscando avaliar se as diferenças observadas nas médias eram estatisticamente significativas. O P-Valor obtido foi 0,1794372, indicando que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que as médias são estatisticamente equivalentes.

A discordância entre a abordagem teórica, que enfatiza a importância da aprendizagem significativa, e os resultados estatísticos, que não encontram diferenças significativas, sugere a necessidade de uma reflexão mais aprofundada. Pode-se argumentar que o teste estatístico, por si só, pode não capturar completamente a complexidade da aprendizagem significativa. O método utilizado para medir o sucesso do ensino pode não estar sensível o suficiente para capturar mudanças sutis nos padrões de aprendizado. Além disso, a discussão sobre a importância da educamétrica e psicometria na análise dos resultados é crucial. A educamétrica, ao fornecer uma abordagem sistemática para avaliar o impacto do método significativo, contribui para a compreensão mais ampla das nuances estatísticas associadas ao processo educacional. A psicometria, por sua vez, oferece insights sobre as reações emocionais e o engajamento dos alunos, elementos que podem não ser totalmente refletidos nos resultados estatísticos. A interseção entre a teoria educacional, análise estatística e as abordagens educamétricas e psicométricas é essencial para obter uma compreensão abrangente do impacto do método significativo. Enquanto os resultados estatísticos fornecem uma visão quantitativa, a educamétrica e a psicometria enriquecem a análise, considerando aspectos qualitativos e subjetivos do processo de aprendizagem.

Em conclusão, destaca-se a complexidade da avaliação educacional e a necessidade de abordagens multifacetadas para compreender o sucesso ou insucesso de métodos de ensino. A integração de teorias educacionais, análise estatística e ferramentas como educamétrica e

psicometria oferece um caminho abrangente para avaliar e aprimorar continuamente as práticas pedagógicas. O entendimento do contexto específico, incluindo fatores socioeconômicos, culturais e individuais dos alunos, é crucial para interpretar os resultados e promover melhorias significativas no processo educacional.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva. [S. l.]: Grafo, 1999. ISBN 972 - 707 - 364 - 6.
- DARROZ, L. M.; ROSA, C. W. d.; GHIGGI, C. M. Método tradicional x aprendizagem significativa: Investigação na ação dos professores de física. *Learning Review*, v. 5, n. 2, p. 70–85, 2015.
- GIL, N. de L. Estatísticas e educação: Considerações sobre a necessidade de um olhar atento. *Estatística educacional*, v. 5, n. 2, p. 29, 2019.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Informações atualizadas sobre Tecnologias da Informação e Comunicação. 2021. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/21581-informacoes-atualizadas-sobre-tecnologias-da-informacao-e-comunicacao.html>>.
- LEMOS, E. dos S. A aprendizagem significativa: Estratégias facilitadoras e avaliação. *Learning Review*, v. 1, n. 1, p. 25–35, 2011.
- MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, 2020.
- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Ceará tem 600 mil jovens que não estudam nem trabalham. In: _____, 2023. Acesso em: 01 ago. 2023. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2019/11/06/educacao-do-ceara-tem-destaque-em-estudo-divulgado-pelo-ibge/>>.
- Physics Education Technology Interactive Simulations (PhET). Collision Lab. 2023. Acesso em: 10 nov. 2023. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulations/collision-lab>>.
- SILVA, E. V. da. *Educometrics: From Theory to Application*. 82 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática, Fortaleza, 2017.
- SILVA, M. Raíssa Iane Santana da; VALENTE, I. d. N. W. R. Da estatística educacional para a estatística: das práticas profissionais a um campo disciplinar acadêmico. *Educação e Pesquisa*, v. 41, n. 2, p. 16, 2015.
- Síntese de Indicadores Sociais (SIS). Educação do Ceará tem destaque em estudo divulgado pelo IBGE. In: _____, 2019. Acesso em: 01 nov. 2023. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2019/11/06/educacao-do-ceara-tem-destaque-em-estudo-divulgado-pelo-ibge/>>.