



**A UTILIZAÇÃO DO ESPORTE COMO  
FERRAMENTA PARA O ENSINO DE  
GRANDEZAS E MEDIDAS: UMA  
ABORDAGEM ESTATÍSTICA EM PRÁTICAS  
EXPERIMENTAIS**

**Randerson Victor Batista  
Antônio Marques dos Santos  
Andrezza Maria Batista do N. Tavares**

**Randerson Victor Batista**  
**Antonio Marques dos Santos**  
**Andreza Maria Batista do Nascimento Tavares**

**A UTILIZAÇÃO DO ESPORTE COMO  
FERRAMENTA PARA O ENSINO DE GRANDEZAS  
E MEDIDAS: UMA ABORDAGEM ESTATÍSTICA  
EM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS**



Copyright © 2025 TODOS OS DIREITOS RESERVADOS À FACULDADE METROPOLITANA NORTE RIOGRANDENSE – FAMEN. De acordo com a Lei n. 9.610, de 19/2/1998, nenhuma parte deste livro pode ser fotocopiada, gravada, reproduzida ou armazenada num sistema de recuperação de informações ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico ou mecânico sem o prévio consentimento do detentor dos direitos autorais. O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade dos autores.

DOI: <https://doi.org/10.36470/famen.2025110>

### FICHA CATALOGRÁFICA

#### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

B333u Batista, Randerson Victor.

A utilização do esporte como ferramenta para o ensino de grandezas e medidas : uma abordagem estatística em práticas experimentais /Randerson Victor Batista ; Antonio Marques dos Santos ; Andrezza Maria Batista do Nascimento Tavares. – Natal, RN: Editora FAMEN, 2025.

3.70 Mb ; PDF ; il.

ISBN: 978-65-87028-66-8

DOI: <https://doi.org/10.36470/famen.2025110>

1. Ciências da Educação. 2. Ensino de Física 3. Estatística.  
I. Santos, Antonio Marques dos. II. Tavares, Andrezza Batista do Nascimento. III. Título.

CDD: 530

CDU: 37 : 53.07

Elaborada pelo Bibliotecário Miqueias Alex de Souza Pereira CRB – 15/925

#### Índice para Catálogo Sistemático:

1. Física – 530

2. Educação : ensino de física – 37 : 53.07



Rua São Severino, n. 18, Bairro Bom Pastor, Natal/RN, CEP: 59060-040 CNPJ:  
23.552.793/0001-57, Inscrição Estadual: 204392322, Inscrição Municipal: 2142633,  
[editora@famen.edu.br](mailto:editora@famen.edu.br) e telefone: (84) 3653-6770.



Rua São Severino, 18 – Bom Pastor, Natal – RN, 59060-040

**Diretoria Geral**  
Valdete Batista do Nascimento

**Coordenação de Pesquisa e de pós-graduação**  
Wendella Sara Costa da Silva

---

### Conselho Editorial da FAMES

#### Editora Chefe

Profa. Dra. Andrezza M. B. Do N. Tavares – Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Natal, RN, Brasil.

**Link para o Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/5187018279016366>.

#### Editora Adjunto

Prof. Dr. Fábio Alexandre Araújo dos Santos – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Natal, RN, Brasil.

**Link para o Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/8334261197856331>.

---

### Conselho Editorial Internacional

Presidente: Dr. Bento Duarte da Silva  
Dr. Manuel Tavares  
Dr. Dionísio Luís Tumbo  
Dr. Gabriel Linari  
Dra. Cristina Rafaela Riccì  
Me. Gustavo Adólfo Fernández Díaz  
Dr. Manuel Teixeira

Dra. Antonia Dalva França Carvalho  
Dra. Elda Silva do Nascimento Melo  
Dra. Karla Cristina Silva Sousa  
Dr. Márcia Adelino da Silva Dias  
Dr. Adir Luiz Ferreira  
Dra. Giovana Carla Cardoso Amorim  
Dra. Lucila Maria Pesce de Oliveira

---

### Comitê Científico Interdisciplinar

Presidente: Dr. Rylanneive L. P. Teixeira  
Dra. Juliana Alencar de Souza  
Dr. Júlio Ribeiro Soares  
Dra. Leila Salim Leal  
Dra. Christiane M. T. de M. Gameleira  
Dr. José R. Lopes de Paiva Cavalcanti  
Dra. Kadydja Karla Nascimento Chagas  
Dr. Avelino de Lima Neto  
Dr. Sérgio Luiz Bezerra Trindade

Dr. Eduardo Henrique Cunha de Farias  
Dr. Bruno Lustosa de Moura  
Dra. Maria da C. Monteiro Cavalcanti  
Dr. José Moisés Nunes da Silva  
Dra. Francinaide de L. Silva Nascimento  
Dr. José Paulino Filho  
Dr. Marcos Torres Carneiro  
Dr. Bernardino Galdino de Sena Neto  
Dr. José Flávio da Paz

Dra. Laércia Maria Bertulino de Medeiros  
Dra. Maria das Graças de A. Baptista  
Dr. Antonio Marques dos Santos  
Dr. Luiz Antonio da Silva dos Santos  
Dra. Wendella Sara Costa da Silva  
Ma. Valdete Batista do Nascimento

Ma. Maria Judivanda da Cunha  
Me. João Maria de Lima  
Me. Eric Mateus Soares Dias  
Me. Adriel Felipe de Araújo Bezerra  
Me. Rayssa Cyntia Baracho Lopes Souza

---

**Bibliotecário**

Miqueias Alex de Souza Pereira

**Projeto Gráfico, diagramação e Capa**

Eddean Riquemberg C. Xavier

**Revisão de Textos**

Prof. Dr. Dayvyd Lavanierly Marques de Medeiros

**Prefixo editorial:** Editora FAMEN

**Linha editorial:** Acadêmica

**Disponível para download em:** <https://editorafamen.com.br/>



# SOBRE O AUTOR



## RANDERSON VICTOR BATISTA

Professor de Física apaixonado pela educação. Possuo licenciaturas em Física pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte e Pedagogia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú. Na especialização em Ensino de Ciências Naturais na Educação Básica, no Instituto Federal do Rio Grande do Norte, dediquei-me a estudar a aprendizagem e avaliação por meio de diários de bordo escritos pelos estudantes. Já no mestrado em Ensino de Física, também pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte, explorei alternativas para tornar a aprendizagem mais significativa e interdisciplinar, utilizando práticas experimentais associadas ao esporte.

Ainda durante a graduação, iniciei minha experiência docente em 2012 como professor voluntário na rede pública de ensino e, logo depois, tive a oportunidade de lecionar em outras escolas da rede pública e privada.

Desde 2016, sou professor de Física na Escola Estadual Professora Isabel Barbosa Vieira, atendendo estudantes do ensino médio de Touros/RN e região.

Com experiência como professor de Física e Matemática, meus temas de pesquisa atuais se concentram na interdisciplinaridade como base da aprendizagem significativa, por meio de sequências didáticas experimentais.

# SOBRE O AUTOR



## ANTÔNIO MARQUES DOS SANTOS

Graduei-me em Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Maranhão em 2007. Concluí meu mestrado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte em 2010, seguido pelo doutorado na mesma área e instituição em 2014. Em 2023-2024, finalizei meu estágio pós-doutoral no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade de Brasília (UnB). No momento, ocupo a posição de professor no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Natal Central. Além disso, sou docente no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, no IFRN Campus Natal Central, Polo 10. Meus estudos concentram-se em Física Estatística, com interesse particular em Transições de Fase e Fenômenos Críticos, com atuação principal em Sistemas Complexos e Redes Complexas.

# SOBRE O AUTOR



## ANDREZZA MARIA BATISTA DO N. TAVARES

Sou uma pesquisadora apaixonada pela educação e pela comunicação, com uma jornada acadêmica e profissional diversificada e enriquecedora. Obtive meu título de pós-doutorado na Universidade do Minho, em Portugal, e na UFPI, com foco em Educação. Anteriormente, conquistei meu doutorado e mestrado em Ciências da Educação na UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE (UFRN), além de graduações em Pedagogia, Psicopedagogia e Jornalismo pela mesma instituição.

Atualmente, exerço a função de professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), onde me dedico a atividades de ensino, pesquisa, extensão e internacionalização. No âmbito do IFRN, tenho a honra de coordenar a Linha 02 do Programa de Pós-Graduação Acadêmica (PPGEP/IFRN) e de ser pesquisadora junto ao Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF/IFRN) e aos diversos cursos de graduação.

Além disso, desempenhei papéis de coordenação institucional em programas financiados pela CAPES, como o Programa Pibid/IFRN e o Programa de Residência Pedagógica/IFRN. Desde 2017, lidero o projeto de extensão "Diálogos sobre Capital Cultural e Práxis do IFRN", promovendo discussões relevantes para a comunidade acadêmica.

No campo da pesquisa, sou membro ativo de grupos vinculados ao CNPQ, como o "Escola Contemporânea e Olhar Sociológico" (ECOS), da UFRN, e o "Observatório da Diversidade" (ObDiversidade), do IFRN. Paralelamente, mantenho minha paixão pelo jornalismo, contribuindo com a redação e reportagem para veículos de comunicação como o "Potiguar Notícias" (jornal eletrônico) e "PNTV" (TV digital).

Minhas atividades profissionais refletem minha dedicação aos campos da Formação Profissional de professores, Educação Profissional, Ensino Superior, Processos Cognitivos, Teorias da Aprendizagem, Teorias da Comunicação, Educação Escolar e Não-Escolar. Estou comprometida em continuar contribuindo para o avanço dessas áreas tão fundamentais para o desenvolvimento educacional e social.



# PREFÁCIO

## PREFÁCIO

Vivemos em um momento de constantes desafios na educação brasileira, em que a busca por práticas inovadoras e significativas se torna essencial para envolver e interessar os estudantes. Este e-book, intitulado **"A utilização do esporte como ferramenta para o ensino de grandezas e medidas: uma abordagem estatística em práticas experimentais"**, surge exatamente nesse contexto, propondo uma ponte entre o mundo do esporte e o campo epistêmico da física, de forma acadêmica, prática, lúdica e interdisciplinar.

Ao explorar a temática do esporte como uma atividade que promove trabalho em equipe, busca por resultados e conexão com princípios físicos e leis da mecânica. Nessa direção, o e-book busca colaborar com o debate sobre o aprendizado dinâmico, contextual e relacionado com a realidade dos alunos. Através de uma sólida fundamentação baseada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e na teoria sociocultural de Vygotsky, o livro socializa um produto educacional para o trabalho docente em física de forma dialogada, experimental e colaborativa, estimulando o protagonismo do estudante na construção do conhecimento.

O manuscrito online é uma oportunidade para professores, estudantes e todos aqueles interessados em inovação pedagógica, na medida em que reflete sobre novas

estratégias de ensino, que valorizam a prática, o diálogo e a mediação docente assertiva. Esperamos que as ideias aqui apresentadas inspirem novas formas de ensinar e aprender física, contribuindo para uma educação mais envolvente, significativa e transformadora.

Nestas linhas introdutórias é importante realçar os agradecimentos às instituições: Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, polo 10 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, Ministério da Educação - MEC e à Sociedade Brasileira de Física - SBFísica.

Seja bem-vindo a essa jornada de descobertas e possibilidades!

**Carlos Chesman de Araujo Feitosa**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

# ÍNDICE REMISSIVO

## **A**

Aprendizagem – 25, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 57, 109, 129, 138, 141.

## **E**

Estatística – 35, 60, 63, 64, 74, 80, 82, 85, 88, 90, 91, 93, 130, 131, 139.

## **G**

Grandezas e medidas – 35, 60, 93, 123, 138, 143, 154.

## **M**

Mecânica – 31, 32, 35, 37, 38, 39, 43, 95, 96.

## **P**

Prática esportiva – 37, 52.

Práticas pedagógicas – 41, 144, 154.

## SUMÁRIO

UM POUCO DE MINHA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL E DE FORMAÇÃO .....	23
INTRODUÇÃO.....	29
Objetivos da proposta.....	34
Estrutura do E-book .....	34
REVISÃO DA LITERATURA.....	37
O ensino de mecânica e a prática esportiva .....	37
A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.....	41
A teoria sociocultural de Vygotsky .....	47
A interdisciplinaridade como estrutura curricular.....	53
UM BREVE TÓPICO SOBRE ESTATÍSTICA E INTRODUÇÃO À GRANDEZAS E MEDIDAS.....	60
Estatística.....	60
Introdução à Grandezas e Medidas .....	93
O PRODUTO EDUCACIONAL.....	105
Caracterização escolar.....	105
O perfil dos estudantes.....	108
Metodologia.....	109
O produto Educacional e as fases de mediação.....	110
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	123
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	141
REFERÊNCIAS.....	145

CAPÍTULO

1



# UM POUCO DE MINHA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL E DE FORMAÇÃO

## **UM POUCO DE MINHA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL E DE FORMAÇÃO**

As escolhas que fazemos ao longo da vida desempenham um papel crucial no desenrolar da nossa trajetória. Em uma ocasião, o apóstolo Paulo instruiu os gálatas, afirmando que “o que o homem semear, também colherá” (Bíblia, 2009, p. 1350). Nesse contexto, cresci sob a influência de meus pais, profissionais experientes e competentes na área da educação, que, por meio de seu exemplo, muito me ensinaram com sua conduta docente. Desde cedo, demonstrava interesse em compartilhar conhecimento com os colegas de sala de aula, alcançando seu ápice no ensino médio, quando, de maneira acessível, auxiliava minha turma na compreensão de temas de matemática e ciências da natureza. Ao perceber o prazer em desempenhar esse papel, compreendi a carreira que me aguardava.

Ao concluir a formação básica, tive a oportunidade de cursar duas graduações simultaneamente: Pedagogia, como uma inserção na discussão docente que moldaria minha concepção profissional, e Licenciatura em Física, minha primeira

inquietação acadêmica. Isso se deu porque muitos conceitos e equações físicas pareciam distantes de minha compreensão, o que motivou um aprofundamento nos estudos na área, consolidando-a como minha escolha de formação acadêmica. Destaco que, naquela época, acreditava que todo conhecimento deveria ser apresentado de forma clara e aplicável, assim como me encantei com os objetos e teorias da física. Dessa forma, comprometi-me a construir uma carreira que tornasse a Física um estudo tão apaixonante quanto eu acreditava.

Durante o curso de Pedagogia, já elaborava projetos que envolviam a prática experimental nas aulas de ciências, visando uma abordagem pedagógica mais lúdica e envolvente. Contudo, foi no curso de Física que descobri a astronomia e fui fascinado por essa área, o que me levou a realizar defesas que considerava importantes na época. Ministrei minicursos e oficinas para professores e estudantes de graduação sobre aulas de física e astronomia usando simuladores virtuais e até defendi na monografia a astronomia como uma disciplina necessária no currículo escolar apresentando vários indicadores que reforçavam a alegação.

Ainda durante a graduação, procurei ganhar experiência docente me voluntariando para dar aulas de Física nos horários vagos, buscando apenas aprender mais sobre a prática pedagógica, e posso dizer que foram vivências que marcaram e influenciaram toda a minha vida profissional. Aquela vontade de

aprender, transformou-se em oportunidades de crescimento e portas de trabalho que serviram de laboratório para desenvolver tudo que planejava fazer.

Anos mais tarde, a difícil realidade da escola pública e os resultados de reprovação dos estudantes da escola que trabalhava me levaram a refletir sobre tudo que havia aprendido na academia e fez-me sentir a necessidade de voltar à origem do estudo sobre aprendizagem, mas agora sob a luz da avaliação como ponto de partida. Na oportunidade, iniciei a especialização em ensino de ciências naturais na educação básica e resgatei uma ideia que havia idealizado na licenciatura de usar o diário de bordo como uma ferramenta de avaliação e acompanhamento da aprendizagem. Havendo produzido o projeto e aplicado, os resultados apontados foram promissores e mostraram um caminho interessante para corrigir alguns erros cometidos no processo didático que planejava e me permitiu visualizar novos rumos que desembocariam em instrumentos pedagógicos e na necessidade de continuar me reciclando nos estudos.

Dentre esses instrumentos pedagógicos, estavam roteiros de aulas práticas experimentais virtuais e com material concreto, não necessariamente laboratoriais. Uma dessas experiências foi escolhida como objeto do produto educacional no curso de mestrado profissional em ensino de Física. Apesar de desejar me aprofundar no ensino de ciências, a oportunidade de fazer este curso muito se adequou às minhas carências profissionais do

momento. Em poucas palavras, vi-me em uma situação, muito comum na rede pública de ensino, em que professores de física precisam se adequar a realidade de não ter espaço físico e material para desenvolver aulas experimentais, precisando usar a criatividade para desenvolver uma aula lúdica e interessante. Nesta perspectiva, uma das soluções possíveis para realizar uma proposta de aula prática era utilizar algum material que a escola já possuía. Na referida situação, havia bastante material esportivo, pelo que resolvi explorar a oportunidade e montar aulas interdisciplinares, e dessa forma elaborar o objeto deste trabalho.

Também vale salientar que, ao longo da minha vida profissional, atuei como coordenador da área de ciências da natureza e matemática buscando principalmente alinhar o currículo de um modo que houvesse maior integração entre os trabalhos realizados pelos professores envolvidos. Em uma dessas ocasiões fiz um curso de elaboração de sequências didáticas para práticas de nivelamento de matemática e dessa situação aprendi práticas exitosas que desenvolvi e aperfeiçoei neste referido curso.

Não obstante, outro motivo que me levou a buscar o curso de mestrado em ensino de física e propor o produto educacional a que se refere essa dissertação, foi a dificuldade de criar e propor atividades laboratoriais, sendo a segunda inquietação acadêmica que me direcionou a fazer esta pós-graduação.

Por fim, como foi apresentado no início, as escolhas que fazemos determinam nossa história, e se não escolhesse a inquietante física e não apreciasse os desafios que seu ensino oportuniza, jamais viveria essa rica oportunidade de crescimento e aperfeiçoamento profissional proporcionado pela SBF/MNPEF/IFRN, bem como situações diversas que se sucederam dessa decisão, como consequência do que foi plantado no passado.

CAPÍTULO

2

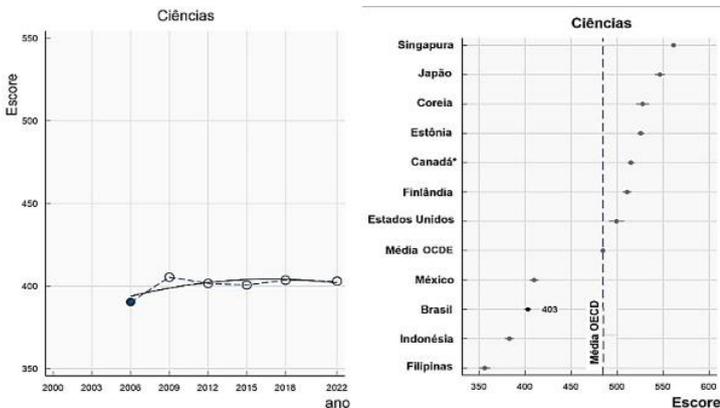


# INTRODUÇÃO

# INTRODUÇÃO

O ensino de Física é caracterizado por diversos dilemas que permeiam as discussões sobre a atividade docente, tais como o planejamento, a execução e a avaliação. Ao observarmos os dados de avaliações externas, compreendemos quão evidentes são as questões que envolvem o conhecimento na área das ciências. É o que podemos constatar no Programa de Avaliação Internacional dos Estudantes – PAIS (PISA, na sigla em inglês) que apontou não haver avanço significativo na área de ciências desde a edição de 2009, como pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1** – Tendência de desempenho e desempenho médio em ciências no PISA 2022



Fonte: Brasil (2023).

Ainda na Figura 1, é possível perceber a estagnação do Brasil em relação à média dos países da OCDE, ficando atrás do México com uma média de 403. Nessa Nota sobre o PISA 2022, o INEP também indicou baixa proficiência de nossos estudantes na área de ciências, obtendo um percentual de apenas 45% dos alunos com nível 2 ou superior. Esse dado ratifica que, no mínimo, esses estudantes podem reconhecer a explicação correta para fenômenos científicos conhecidos e podem usar esse conhecimento para identificar, em casos simples, pelo menos é o que se pode concluir com base nas informações obtidas.

Outro dado relevante é que apenas 1% dos estudantes brasileiros alcançaram nível de proficiência 5 ou 6, o que significa que “podem aplicar, de forma criativa e autônoma, os conhecimentos sobre ciências em uma ampla variedade de situações, inclusive em situações desconhecidas” (Brasil, 2023).

Por sua vez, esse quadro do ensino de ciências no Brasil nos permite uma contínua reflexão sobre a práxis educacional, visando a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, emerge a necessidade de aproximar o objeto de estudo à realidade prática do aluno, com destaque nas competências e habilidades a serem desenvolvidas, uma vez que, frequentemente, a proposta didático-pedagógica do professor cede espaço a meras apresentações conceituais e fórmulas matemáticas superficiais sem uma aplicação clara.

Nessa perspectiva, uma prática docente que está sensível às demandas atuais, seja de discussões sociais, tecnológicas ou mesmo políticas, que está preocupada e comprometida com a aprendizagem do estudante, precisa ter sua origem da vivência discente, numa metodologia integrativa que oportunize a significação do saber e a ressignificação de conhecimentos prévios adquiridos ao longo da vida.

Se partirmos da temática esportiva, por exemplo, esta é por vezes uma das poucas estratégias exploradas no ensino de física, mesmo sendo um assunto de muito interesse dos alunos, seja como espectador ou como praticante. Se utilizado adequadamente, essa estratégia não só cativa os estudantes como oferece, do ponto de vista didático, possibilidade de um movimento interdisciplinar interessante.

Nessa perspectiva, o esporte se destaca como uma atividade inspiradora, que fomenta o trabalho em equipe e estimula a busca por resultados, além de estar intrinsecamente ligado a princípios físicos e leis mecânicas. A relação entre esportes e física pode ser explorada como uma poderosa ferramenta de ensino para tornar as aulas mais lúdicas e relevantes.

Dessa maneira podemos ver a relação entre o esporte e o ensino de mecânica com um grande potencial, visto que suas leis podem ser demonstradas em tudo o que vemos ao nosso redor, desde o simples ato de carregar sacolas cheias de mantimentos,

ou uma breve corrida para se chegar cedo ao ponto de ônibus. O jogo de futebol é outro exemplo interessante, pois permite investigar a influência da altitude e resistência do ar no deslocamento da bola, sua velocidade em passes curtos e longos, a trajetória e deformações sofridas, associando física, matemática e geografia, bem como analisar o tempo de reação de um goleiro ao fazer uma defesa, ou mesmo o consumo de energia dos jogadores durante as partidas, pela ótica da biologia e educação física.

Diante dessa discussão e observando a necessidade de uma proposta didática que favoreça uma conexão entre os conhecimentos em mecânica e o cotidiano dos alunos, surgiu a proposta pedagógica de desenvolver práticas experimentais de física para a aprendizagem de cinemática a partir do esporte, assim como a investigação do impacto dessas atividades na aprendizagem dos estudantes.

Vale reforçar o que já foi dito no primeiro capítulo deste trabalho, que o fato da escola possuir maior disponibilidade de material esportivo, ou, de na maioria das vezes ter mais acessível esse recurso, é que essa proposta se consolidou como alternativa didática para enfrentamento da problemática apontada.

Deste modo, este trabalho surge como uma pesquisa exploratória, apresentada de forma bibliográfica e documental, que através de uma abordagem qualitativa, verifica se o uso de aulas práticas experimentais pautadas em modalidades

esportivas ajudam a promover uma prática interdisciplinar proporcionando um aprendizado dinâmico, interessante e envolvente. Utilizamos como fundamentação deste trabalho a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel por entender que o esporte é um agente de disposição, ou seja, atua como elemento motivador do aluno no processo da aprendizagem, bem como apresenta conexões com sua realidade e viabiliza a ressignificação dos conhecimentos prévios inerentes à objeto estudado. Assim, a Teoria de Ausubel é contemplada neste trabalho por valorizar o conhecimento prévio, ratificar a busca por exposições mais claras e sequenciais dos saberes, portanto unindo-os, e de igual maneira promove a construção ativa do conhecimento por meio de práticas significativas e desafiadoras.

Por outro lado, também compreende a Teoria da Sociocultural de Vygotsky uma vez que tem como base a aprendizagem pela interação social onde o regime de colaboração e diálogo é considerado um elemento de desenvolvimento cognitivo. Essa interação é mediada pelas atividades prática-experimentais em equipe, em que a comunicação se dá entre o discente e seus pares bem como com o docente. Outra característica que justifica a abordagem dessa teoria é o fato do esporte ser compreendido como um atributo cultural coletivo que serve como ponto de partida para a construção de um ambiente de aprendizagem mais eficaz e engajador para os alunos.

## **Objetivos da proposta**

O objetivo geral desta proposta é desenvolver uma sequência de ensino experimental interdisciplinar, utilizando o esporte como meio para ampliar a compreensão conceitual e fomentar uma aprendizagem mais significativa para o aluno sobre os conceitos da cinemática.

Dentre os objetivos específicos estão:

- Relacionar o ensino de Física com o conhecimento prático da vivência do aluno;

- Discutir conceitos de cinemática como: grandezas, unidades de medida, Algarismos significativos, teoria dos erros;

- Reconhecer a experimentação e observação como uma prática comum das Ciências;

- Assimilar a linguagem de tratamento de dados experimentais em Física;

- Mediar conceitos e leis da Física nas modalidades esportivas.

## **Estrutura do E-book**

Este E-Book está dividido em sete capítulos. No primeiro é apresentado um breve resumo da minha jornada acadêmica e carreira profissional. No segundo é introduzida a problemática

nacional do ensino de ciências, as ideias gerais que compõem este trabalho bem como os objetivos gerais e específicos.

No terceiro capítulo, aprofundamos a discussão sobre ensino de mecânica, apresentando uma revisão literária sobre seu ensino e aplicações nas diversas práticas esportivas, seguido das teorias da Aprendizagem Significativa, Sociocultural e a Interdisciplinaridade como base metodológica do ensino.

No quarto capítulo, será apresentado as noções básicas de estatística, e, subsequente, uma introdução à grandezas e medidas.

No quinto capítulo, será apresentado o produto educacional, relatando o perfil da unidade escolar, o perfil do estudante e a metodologia utilizada na aplicação do produto.

No sexto capítulo, apresentaremos os resultados de aplicação do produto educacional discutindo os impactos da proposta didática.

Por fim, no sétimo capítulo, discutiremos sobre as reflexões gerais e finais que este trabalho nos proporcionou.

CAPÍTULO

3



## REVISÃO DA LITERATURA

## REVISÃO DA LITERATURA

### O ensino de mecânica e a prática esportiva

O ensino da mecânica clássica representa um desafio constante para os professores de Ciências. A complexidade dos conceitos e a abstração dos fenômenos físicos transformam esse tema em um verdadeiro enigma, muitas vezes frustrando o aprendizado e o interesse dos estudantes.

Felizmente, a busca por soluções inovadoras não se cessa. Diversos estudos propõem abordagens didáticas criativas para tornar essa jornada mais empolgante e eficaz. Imagens, vídeos, desenhos, simulações, experimentos, concursos e até mesmo dispositivos tecnológicos que fogem do modelo tradicional se transformam em ferramentas poderosas para cativar a atenção dos alunos e facilitar a compreensão dessa área da física.

Com essas novas ferramentas, o aprendizado se torna uma aventura interativa, onde os alunos podem explorar, investigar e solucionar problemas de forma lúdica e significativa. A mecânica clássica deixa de ser uma tarefa complexa e se transforma em um caminho para compreender os segredos do

universo, despertando a paixão pela ciência e preparando os alunos para os desafios do futuro.

Entre 2000 e 2023, a busca por métodos inovadores para o ensino de mecânica se intensificou. Prova disso são os 973 artigos publicados em periódicos da CAPES que mencionam a expressão ensino de mecânica, sendo 672 revisados por pares.

Embora esse número represente apenas 5,7% do total de artigos sobre ensino de Física (17.122), ele revela a importância dessa área, especialmente devido à dificuldade em se assimilar alguns conceitos.

Revistas como a Física na Escola (FnE), o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) são exemplos que inspiram e guiam essa busca por novas pedagogias. Através delas, a comunidade de educadores encontra ideias e ferramentas para tornar o ensino de Física mais divertido e acessível a todos os alunos.

Diniz e Faria (2021) revisaram trabalhos sobre recursos didáticos no ensino de mecânica, utilizando várias palavras-chave em três periódicos brasileiros dedicados ao ensino de física de 2009 a 2021. O estudo apresenta 56 artigos que vão desde experimentos (41) até filosofia histórica (6), metodologia de projeto (2), jogos (2), aprendizagem baseada em problemas (7) e abordagens como sugestões de sequências didáticas (8). De maneira geral, percebe-se que a pesquisa em ensino de mecânica tem se aprofundado e se tornado referência por ser o primeiro

conhecimento aprendido nas aulas de física na maioria das instituições de ensino.

**Tabela 1** – Revisão literária das abordagens didáticas em artigos publicados entre 2009-2021

Recursos didáticos	Quantidade
Experimentos	41
Filosofia histórica	6
Metodologia de projeto	2
Jogos	2
Aprendizagem baseada em problemas	7
Sequências didáticas	8

Fonte: Diniz e Faria (2021).

Essa evidência demonstra como o tema se tornou relevante no cenário educacional através das divulgações em revistas e eventos especializados como os Encontros de Pesquisa em Ensino de Física, Simpósio Nacional de Ensino de Física, Encontro de Físicos do Norte e Nordeste que dedica parte exclusiva para o ensino, entre outros. Entre essas plataformas de divulgação, destaca-se o potencial de recursos que integram a mecânica a temáticas envolventes como o esporte, explorando a profunda conexão entre física e atividades esportivas.

Nesse aspecto, Frohlich (2011) faz uma revisão bibliográfica de diversos trabalhos relacionando conhecimentos mecânicos a esportes como o boliche, abordando os conceitos de torque, momento angular e momento de inércia. Ele também se referiu a outros exemplos como a física do futebol, rugby,

NASCAR, hóquei, vela, basquete, baseball, tênis, golfe e tiro com arco, mas não fez nenhuma sugestão didática e se concentrou apenas na abordagem física relacionada às modalidades. Contudo, confirmam o elo entre as duas áreas do conhecimento, levando-nos a observar as diversas possibilidades dessa interação teórico-prática no ensino de cinemática

Nessa mesma perspectiva, Filho (2010) lança um olhar mais amplo sobre a física no esporte, apresentando externalidades nas práticas esportivas como latitude, aceleração gravitacional e condições meteorológicas, ao mesmo tempo em que enfoca a relação de força no salto em distância. Miron (2009) apresenta as relações físicas envolvidas na natação, desde os efeitos cinemáticos de saltos e rotações, até os efeitos estáticos de vibrações, como impulso, centro de gravidade/flutuabilidade e torque em diferentes tipos de nado.

Outro trabalho que reforça bem essa ligação é a obra *Física e esportes* de Otaviano Helene (2019), apresentando explicações físicas por trás de vários tipos de esportes, além do célebre *O circo voador da Física* de Jearl Walker (1945)<sup>1</sup>, com diversos exemplos da física em práticas esportivas.

Ainda é possível citar Micha e Ferreira (2013), Dominguez e Morales (2022), Darroz *et al.* (2017) que abordam didaticamente as várias facetas do esporte no ensino de física, enquanto Reis *et.*

---

<sup>1</sup> Traduzido por Biasi em 2015, conforme as referências.

*al.* (2004) e outros autores como Jacques *et al* (2014), Carvalho (2011), fazem uso da física para entender e melhorar a performance de atletas por meio de treinos específicos.

As obras mencionadas abrem um leque de possibilidades para repensar o esporte como um instrumento de ludicidade na prática docente. Para tanto, é fundamental estruturar um planejamento que incorpore seus fundamentos e direcione a proposta didática de forma a promover uma aprendizagem significativa e um ambiente dinâmico. Sim, apenas um planejamento bem minucioso é capaz de explorar metodologicamente uma atividade lúdica e transformá-la em conhecimento adquirido e útil para observação do dia a dia sob a ótica científica.

### **A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel**

Na atualidade, a teoria ausubeliana vem ganhando cada vez mais espaço nas práticas pedagógicas, haja vista que o currículo linear e as metodologias tradicionais pouco atendem as necessidades vigentes que demandam uma visão mais dinâmica, envolvente e prática do ensino.

A valorização dos conhecimentos prévios é conhecido por muitos como carro chefe dessa teoria, que embora seja muito mais ampla, já contempla a ideia de uma educação contextualizada em que o aluno se torna o centro do processo de

ensino-aprendizagem experienciando uma forma ativa de assimilação do conhecimento.

Entretanto, a teoria de Ausubel desenvolve alguns conceitos que são relevantes para a compreensão do processo de aprendizagem, entre eles estão a aprendizagem significativa, subsunção correlativa e derivativa, assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

A aprendizagem significativa, segundo Ausubel (*apud* Moreira, 2006, p. 14), “é o processo pelo qual uma nova informação<sup>2</sup> se relaciona, de maneira substantiva - não literal - e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”, ou seja, o novo conhecimento se conecta com um saber existente de maneira profícua e permanente, tornando-se significativa. Essa interação de informações antigas, denominada de conceitos subsunçores, e novas, é que produz uma reorganização intelectual no indivíduo resultando em uma aprendizagem sólida.

Assim, a aprendizagem significativa norteia-se por subsunçores que desempenham um papel de ancorar os conhecimentos prévios e que já possuem um significado aos conceitos apresentados, esses subsunçores todavia podem ser diferenciados em dois aspectos: o correlativo e o derivativo. O primeiro permite o indivíduo conectar conceitos precedentes à

---

<sup>2</sup> A palavra informação aqui é usada de modo genérico para se referir a ideia, conceitos ou conhecimento de um modo geral.

novos, expandindo e enriquecendo os saberes existentes de maneira horizontal, ou seja, no mesmo nível de abstração das ideias por meio da aprendizagem por assimilação, caracterizada pela retenção de um novo significado a um conceito. A segunda, por sua vez, viabiliza o refinamento do conceito antigo, elevando o nível de abstração, logo, de maneira vertical, e reorganizando as informações anteriores pela construção de novos saberes por meio da aprendizagem por diferenciação progressiva que se caracteriza pela hierarquização do conhecimento por meio da organização sequencial, partindo de conceitos mais gerais para os mais particulares (Ausubel, 1973; Moreira; Mansini, 1982).

Esses conceitos de subsunçores possuem um enorme potencial educacional. Se pensarmos no ensino de física, partindo de situações práticas do esporte, podemos ver exemplos disso no estudo da mecânica. Admitindo que um estudante já conhece os conceitos de velocidade (m/s) e tempo (s) e lhe é apresentado o conceito de *velocidade média* numa situação em que um atleta realiza uma prova de 100 metros rasos, ele compreende que a velocidade média pode ser determinada pela razão da distância total percorrida em função do tempo gasto na prova. Dessa maneira, relacionará os conceitos de velocidade e tempo de maneira mais profunda, passando a perceber a importância da velocidade média na performance de um atleta. Esse é um exemplo de subsunçor correlativo, em que se assimila uma nova

informação com o mesmo nível de abstração cognitiva dos conceitos conhecidos.

Por outro lado, se um estudante já conhece os conceitos de energia cinética e como ela se relaciona com a velocidade de um corpo, ele pode compreender um novo conceito, como o de energia potencial gravitacional, quando na situação de um skatista, parado no ponto mais alto de uma rampa côncava, possui energia cinética zero, mas que por gravidade sua energia está disposta na forma gravitacional, portanto armazenada, e que ao descer ocorre uma transformação de uma energia em outra. Assim, ele não só aprende um novo conceito, mas associa as mudanças de energia cinética e potencial gravitacional de acordo com o sentido da trajetória do skatista em movimento. Aqui temos claramente uma situação em que é utilizado um subsunçor derivativo que agrega conceitos, reorganiza sistematicamente os saberes, refina-os e aumenta o grau de abstração cognitiva por meio da diferenciação progressiva (Moreira, 2006).

Moreira e Massini também reforçam esse mesmo conceito quando afirma que:

A aprendizagem significativa processa-se quando um novo material, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação,

elaboração e estabilidade (Moreira; Massini, 1982, p. 4).

Há, entretanto, situações em que ocorre a *reconciliação integrativa*, processo em que a aprendizagem se dá por assimilação e diferenciação progressiva simultaneamente. Nesse caso, o indivíduo consegue discernir explicitamente as similaridades e diferenças entre conceitos próximos, como pode ser exemplificado em uma aula sobre inércia. Admitindo-se que os alunos já possuam uma ideia sobre inércia a partir de suas experiências diárias, como chutar uma bola e perceber que ela permanece se movendo por um certo tempo, mesmo sem haver uma força favorável atuando continuamente no sentido do movimento. Nesta situação podemos imaginar possíveis conflitos cognitivos surgirem ao se conceituar o princípio, como o fato da bola parar de rolar em um determinado instante, assim como a ideia de que um corpo se movendo perpetuamente é no mínimo estranha.

No entanto, esclarecendo-se que esse fato se deve a existência de outra força, nesse caso o atrito como responsável por se opor ao movimento, o aluno compreenderá que não haverá estranheza em permanecer em movimento nas ausências de forças, mas conseguirá relacionar essa explicação com outras

situações como no hóquei<sup>3</sup>, curling<sup>4</sup>, ciclismo e etc. Dessa maneira o aluno não só ampliará sua compreensão sobre inércia (assimilação), mantendo o mesmo nível de abstração, como também construirá uma visão mais sólida e completa do conceito associando ao princípio fundamental da dinâmica (diferenciação progressiva). É importante salientar que nessa seção não é de nosso interesse discorrer sobre possíveis metodologias de aula para se tratar esses exemplos, apenas elucidá-los.

Não obstante, vale citar também outro aspecto da teoria que é a aprendizagem por descoberta que, segundo Moreira e Massini (1982), permite que os alunos definam conceitos antes de assimilá-los, auxiliando-os a integrar conceitos por meio da construção de pontes cognitivas de conhecimento por meio aprendizagem significativa.

Diante do exposto, é notório que a teoria ausubeliana torna-se tão importante como fundamento didático deste trabalho, uma vez que parte da premissa de que o estudante já conhece alguns conceitos prévios sobre o esporte ou modalidades esportivas. Por isso, atividades experimentais se apresentam como ferramentas valiosas para o desenvolvimento da aprendizagem significativa, seja através da manipulação de objetos, da realização de medições e da observação de resultados,

---

<sup>3</sup> Esporte de inverno que se caracteriza por ser praticado com patins, um disco de borracha e tacos, com o objetivo de marcar gols na baliza adversária

<sup>4</sup> Esporte no gelo em que é feita a varrição da pista para diminuir o atrito entre a pedra e o gelo, permitindo que ela vá mais longe e altere a sua trajetória.

pois desta maneira os alunos podem visualizar e compreender os conceitos físicos em ação, desenvolver habilidades como a investigação científica, a resolução de problemas e o trabalho em equipe, bem como estabelecer relações entre a teoria e a prática, contextualizando o conhecimento, além de motivar-se pelo aprendizado, tornando-o mais prazeroso e construtivo.

### A teoria sociocultural de Vygotsky

Outra teoria da aprendizagem muito presente na práxis educacional é a socioconstrutivista, também conhecida como teoria sociocultural de Vygotsky, que enfatiza a interação social e cultural como premissa do desenvolvimento cognitivo. Diferente da teoria de Ausubel, a perspectiva vigotskiana está ancorada em três pilares básicos: a zona de desenvolvimento proximal (ZDP), mediação e internalização (Vigotsky, 1991; 2000).

O termo zona de desenvolvimento proximal, como conhecido no Brasil, na realidade é traduzido mais fielmente como *zona de desenvolvimento imediato* e tem essa característica devido o significado da palavra em seu original *blijáichee* que significa o mais próximo ou proxímimo quando associada ao termo desenvolvimento do original *razvitie*, sugerindo a ideia de possibilidades de desenvolvimento, num melhor entendimento do conceito. Para além da forma como é encontrada na literatura, a ZDP é definida como

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vigotsky, 1991, p. 58).

Em outras palavras, Vigotsky está afirmando o potencial da aprendizagem nas práticas colaborativas ou grupais que permitem por meio da socialização e comunicação as trocas de experiência e conhecimento necessários para elevar a proficiência de um determinado objeto de estudo.

Vigotsky ainda reforça que

[...] em colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha. No entanto, cabe acrescentar: não infinitamente mais, porém só em determinados limites, rigorosamente determinados pelo estado do seu desenvolvimento e pelas suas potencialidades intelectuais. Em colaboração, a criança se revela mais forte e mais inteligente que trabalhando sozinha, projeta-se ao nível das dificuldades intelectuais que ela resolve, mas sempre existe uma distância rigorosamente determinada por lei, que condiciona a divergência entre a sua inteligência ocupada no trabalho que ela realiza sozinha e a sua inteligência no trabalho em colaboração. [...] A possibilidade maior ou menor de que a criança passe do que sabe para o que sabe fazer em colaboração é o sintoma mais sensível que caracteriza a dinâmica do desenvolvimento e o êxito da criança. Tal

possibilidade coincide perfeitamente com sua zona de desenvolvimento imediato (Vigotski, 2000, p. 329).

Dessa maneira conseguimos compreender a dimensão da importância da atividade coletiva como metodologia no ensino disciplinar com vistas na ampliação da capacidade produtiva e da possibilidade de se construir uma aprendizagem significativa e dinâmica. Isso nos permite vislumbrar caminhos promissores no ensino de física ao desenvolver atividades em grupo que permitem aos estudantes a colaboração e a interação social, facilitando o processo de aprendizagem, conforme apontado por Vygotsky.

Vale destacar que, o conceito de ZDP não está centrado na capacidade do indivíduo mais experiente de facilitar a aprendizagem e sim na assistência que permite através da socialização a formação de novas funções e/ou enriquecimento de outras. Assim, a atenção desse conceito está no processo de desenvolvimento e nas condições cognitivas do indivíduo de aprender em um ambiente social de acordo com os próprios limites da maturação. É possível tornar mais claro a concepção de ZDP quando associado ao processo de imitação, não de forma vulgar como uma cópia atitudinal sem reflexão, mas como uma internalização de instrumentos culturais e tecnológicos que viabilizam o amadurecimento cognitivo no entendimento da

complexidade de um dado problema (Chaiklin, 2011; Vigotsky, 2000).

No entanto, esse processo de aprendizado só é possível através de elementos que conduzam o indivíduo menos experiente a à experiência. Esse elemento é a mediação que se configura como ferramenta, símbolo ou linguagem que é utilizada para facilitar a aprendizagem. Sendo a forma mais comum de mediação, a linguagem é uma ferramenta importante quando bem estruturada, seja uma verbal ou não, a clareza de sua exposição é um fator preponderante na consolidação do conhecimento. Em sala de aula, as referências culturais usadas, as perguntas desafiadoras e as ilustrações bem elaboradas oportunizam um ambiente facilitador da aprendizagem viabilizando ao estudante a possibilidade de elevar seu domínio sob algum conceito, manuseio de objeto ou de utilização de instrumentos diversos. Dessa maneira, o professor pode ser um mediador, que facilita a aprendizagem através de sua didática, assim como as ferramentas que ele direciona também podem exercer esse papel de mediação.

Outrossim, uma boa aula experimental de física consegue descrever com clareza as aplicações da teoria de sociointeracionista, a saber, quando o professor faz uso da oralidade explicando os princípios da dinâmica no arremesso de peso, partindo do que já foi explicado teoricamente, e utilizando o projétil como objeto mediador, questiona aos alunos: qual a

melhor técnica para lançá-lo o mais longe possível. Vale destacar que tanto o objeto/projétil, quanto a linguagem entre docente-estudante e estudante-estudante e a própria figura do professor são entendidos como elementos de mediação do processo de aprendizagem, aumentando a ZDP e contribuindo para a apropriação dos saberes envolvidos na aula. Aqui vemos um potencial de aprendizagem muito evidente com as possibilidades de interação nas arguições e tentativas de lançar manualmente o objeto.

É em meio a essas situações de aprendizagem que a internalização se torna possível, sendo este último conceito entendido como a interiorização de processos mentais, sejam atitudinais, procedimentais e/ou conceituais. Vigotsky (1991, p. 40) define internalização como “a reconstrução interna de uma operação externa”, ou seja, é o processo em que as funções psicológicas superiores, a saber o raciocínio lógico, a linguagem e o pensamento científico, são concebidos externamente pela interação social e paulatinamente internalizada pelo indivíduo, passando a fazer parte de seu repositório cognitivo.

Podemos exemplificar esse conceito em uma aula de física cujo objetivo é conduzir o discente a compreender e aplicar os conceitos de distância, tempo, velocidade e aceleração, através de uma aula prática com uso de instrumentos de medida (trena e cronômetro), além da construção de gráficos e tabelas para análise dos dados. Apoiando-se na atividade coletiva, o professor

propõe como ponto de partida alguns questionamentos da prática esportiva do salto em distância, como: o que poderia ser medido nesse movimento? A partir das falas, orienta os alunos a fazer tais medidas organizando o grupo em tarefas distintas (atleta, cronometrista, medidor da distância e anotador).

Partindo dessa premissa, o professor como mediador passa em todos os grupos observando, tirando dúvidas sobre as medidas, instrumentos, introduzindo as grandezas envolvidas e suas unidades de medida para iniciar o processo de internalização. Em seguida, realiza perguntas que levem os estudantes a refletir sobre as grandezas envolvidas, como a relação da velocidade da corrida com a distância do salto, ou mesmo com o tempo e a aceleração.

Por conseguinte orienta a construção de gráficos e tabelas reforçando o uso das unidades de medida das grandezas envolvidas, discutindo com a turma sobre esses resultados com a finalidade de encontrar padrões, compreender o significado dos números até conseguir apresentar a linguagem científica desejada com as devidas conclusões do objeto analisado, podendo na sequência generalizar do caso particular observado para situações mais gerais apresentadas propositalmente pelo professor que realiza uma mediação guiada para alcançar os objetivos iniciais. Esse exemplo é uma simples demonstração de como o processo de interiorização ocorre por meio da ação coletiva e mediada, revelando a gama de dimensões do ensino

que podem ser exploradas na proposição de promover uma aprendizagem efetiva.

### **A interdisciplinaridade como estrutura curricular**

Na perspectiva de organizar o ensino baseado em competências e habilidades, o sistema educacional brasileiro estruturou uma Base Nacional Comum Curricular – BNCC, que alinhada aos parâmetros instrutivos da OCDE<sup>5</sup>, apresentando as proficiências a serem desenvolvidas ao longo do ensino regular, visando a formação integral do indivíduo.

Contudo, aliada a essa discussão está a necessidade de incorporação de uma prática pedagógica que permita ao aluno adquirir os conhecimentos mínimos para exercício da cidadania, frente a tantos desafios que cercam a contemporaneidade. Uma dessas práticas é a interdisciplinaridade, que há décadas emergiu diante de um currículo enrijecido e incomunicável com as demais áreas do conhecimento.

Se observamos essa realidade mais afundo nos deparamos com mais elementos que influenciam o resultado apontado nas avaliações externas, a citar a falta de estrutura dos espaços escolares, já que apenas de 9,6% das escolas brasileiras

---

<sup>5</sup> OECD. Global Competency for an Inclusive World. Paris: OECD, 2016. Disponível em: <<https://www.oecd.org/education/Global-competency-for-an-inclusive-world.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

dispõem de laboratórios de ciências, conforme aponta o Censo Escolar de 2022, bem como a falta de formação acadêmica voltada para uma prática mais integrativa, a dificuldade de diálogo entre os professores da área no planejamento de suas aulas/projetos, dentre outros fatores (Mozena; Ostermann, 2014; Brasil, 2022).

Todavia, superado as dificuldades existentes no sistema educacional, só um profissional com olhar mais atento ao pedagógico conseguirá implementar e tecer as ligações pertinentes e necessárias no currículo escolar, haja vista que muitos objetos de conhecimento são de fácil relação.

A compreensão e aplicabilidade da prática interdisciplinar no processo pedagógico tem ganhado cada vez mais espaço nas discussões pedagógicas, bem como defensores interessados e dispostos a promover um salto qualitativo nas abordagens metodológicas para tornar a educação mais prazerosa e equilibrada.

Como comenta Nascimento *et al* (2019, p. 82),

O movimento dialético, colaborativo e no desejo inovador, próprio da interdisciplinaridade, cria condições contendo todos os ingredientes disponíveis e essenciais para o desejo de aprender. No entanto, um ambiente produtivo a partir desse solo fértil, dependerá de experiências e práticas metodológicas vivenciadas tanto pelo professor quanto pelas práticas culturais e posturas vivenciadas na escola. Nesse contexto, não basta apenas ter um ambiente

fértil dentro de sala de aula, é preciso que a escola crie um ambiente produtivo dando suporte para o professor com as características interdisciplinares, atuar promovendo a integração do seu grupo no processo.

Assim, é preciso pensar a interdisciplinaridade como a prestação continuada do trabalho educativo para além da pontualidade esporádica das dinâmicas educativas. Deve ser vista como uma metodologia integrada às instituições de ensino que visa compreender o conhecimento de forma ampla e não fragmentada.

A educação interdisciplinar também oferece oportunidades para superar restrições didáticas para tornar a instrução mais significativa e envolvente, permitindo que os alunos conectem áreas de conhecimento que vão além das organizações disciplinares tradicionais encontradas na maioria das escolas.

Tendo em vista essa perspectiva, Japiassu (1976, p. 57) reforça que

a interdisciplinaridade aparece como o instrumento e a expressão de uma crítica interna do saber, como um meio de superar o isolacionismo das disciplinas, como uma maneira de abandonar a pseudo-ideologia da independência de cada disciplina relativamente aos outros domínios da atividade humana e aos diversos setores do próprio saber; do outro, como uma

modalidade inovadora de adequar as atividades de ensino e de pesquisa as necessidades socioprofissionais, bem como de superar o fosso que ainda separa a universidade da sociedade.

No entanto, essas tendências reforçam a necessidade de superar esse modelo pedagógico básico para abordagens que reflitam a verdadeira natureza do conhecimento.

Em particular, a relevância interdisciplinar no ensino de ciências da natureza também se justifica devido a baixa proficiência em matemática dos alunos da educação básica brasileira, evidenciado pelo relatório PISA 2018-2020 que mostra os resultados muito abaixo dos níveis desejados, apresentando uma média de 105 pontos abaixo dos estudantes dos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE com 489 pontos.

**Figura 2 – Médias, intervalos de confiança e percentis das proficiências dos países selecionados – Matemática – PISA – 2018**

PAÍS	RANKING <sup>1</sup>	MÉDIA	EP <sup>2</sup>	IC <sup>3</sup>	INTERDECIL <sup>4</sup>
Coreia	5-9	526	3,1	520-532	393-651
Canadá	10-16	512	2,4	507-517	392-629
Finlândia	12-18	507	2,0	503-511	399-612
Portugal	23-31	492	2,7	487-498	362-614
Média OCDE	-	489	0,4	489-490	370-605
Espanha	32-37	481	1,5	479-484	365-593
Estados Unidos	32-39	478	3,2	472-485	357-598
Uruguai	54-60	418	2,6	413-423	307-529
Chile	55-60	417	2,4	413-422	311-528
México	60-63	409	2,5	404-414	311-510
Costa Rica	61-66	402	3,3	396-409	308-499
Peru	62-67	400	2,6	395-405	293-511
Colômbia	66-70	391	3,0	385-397	290-499
Brasil	69-72	384	2,0	380-388	277-501

Fonte: Brasil (2020).

Por esse e outros aspectos, os documentos norteadores da educação brasileira já fomentam a importância da prática pedagógica integrada, a exemplo das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) que, dentre outras coisas, discorrem sobre a organização e gestão do currículo reforçando a necessidade de articulação por meio da abordagem pluridisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

Não obstante, a Resolução CNE/CEB nº3/98 em que a DCNEB encontra-se fundamentada, apresenta a interdisciplinaridade como princípio pedagógico adotado na estruturação do currículo, por compreender que todo conhecimento possui um profundo e constante diálogo com os demais componentes do saber, uma vez que, segundo o próprio documento:

o ensino deve ir além da descrição e constituir nos alunos a capacidade de analisar, explicar, prever e intervir, objetivos que são mais facilmente alcançáveis se as disciplinas, integradas em áreas de conhecimento, puderem contribuir, cada uma com sua especificidade, para o estudo comum de problemas concretos, ou para o desenvolvimento de projetos de investigação e/ou de ação (Brasil, 2013, p. 28).

Dessa forma, conseguimos perceber a pertinência da articulação curricular para promover uma aprendizagem

significativa e a melhoria da escolarização de indivíduos reflexivos, críticos e ativos.

CAPÍTULO

# 4



## UM BREVE TÓPICO SOBRE ESTATÍSTICA E INTRODUÇÃO À GRANDEZAS E MEDIDAS

# UM BREVE TÓPICO SOBRE ESTATÍSTICA E INTRODUÇÃO À GRANDEZAS E MEDIDAS

## Estatística

O conhecimento da estatística pode ser visto em todas as esferas da vida em sociedade, seja na indústria, economia, segurança, política, educação, informática, agricultura, produção de conhecimentos e etc. Desse modo, as inúmeras aplicações permitem ao homem sistematizar processos, diagnosticar problemas, inferir sobre dados, prever resultados, encontrar soluções, automatizar ações, tornando sua ação mais dinâmica, controlada e sustentável.

Nessa perspectiva, nunca foi tão importante conhecer as ferramentas estatísticas na atualidade, uma vez que o uso delas nos permite avançar em todos os segmentos de ordem coletiva. Se tomarmos como referência os resultados de aprovação e retenção de alunos de uma escola, ou mesmo de uma rede, utilizando a *análise de dados* poderemos identificar as disciplinas em que o resultado é mais frequente, e assim investigar as

possíveis causas dessa situação, buscando uma solução para o problema.

Seguindo esse panorama, os resultados de aprovação e retenção são compreendidos como dados, que segundo Silva *et al* (2015, p. 12), são uma “descrição limitada do real, desvinculada do referencial explicativo e difícil de ser utilizada como informação por ser intangível”. Em outras palavras, os dados constituem as pistas para se resolver um determinado problema, portanto, não dizem muita coisa sobre a origem do tema investigado. Isso só é possível com a *análise exploratória*, “conjunto de técnicas de tratamento de dados que, sem implicar em uma fundamentação matemática mais rigorosa, nos ajuda a fazer uma sondagem do terreno”, ou seja, organiza os dados em informações que na forma de tabelas, gráficos, quadros, possibilita fazer inferências a partir de métodos estatísticos (Pinheiro *et al*, p. 2, 2009).

O método estatístico integra a metodologia científica na expectativa de produzir novos conhecimentos, corrigir e integrar saberes pré-existentes, sendo compreendido em método experimental, muito comum das ciências naturais como física e química em que se estuda apenas uma variável, mantendo os outros elementos constantes na observação do fenômeno e o método estatístico, predominantemente das ciências sociais em que vários fatores interferem no resultado do objeto estudado.

Neste trabalho, por ser de interesse apenas o método aplicado às ciências da natureza, faremos o detalhamento dos

cálculos utilizados nesse segmento, a saber daqueles conceitos que são tratados diretamente no produto educacional que esta dissertação discorre. Todavia, apresentaremos genericamente as definições pertinentes ao tema em questão.

Para toda pesquisa/investigação que se pretende fazer, é necessário que a problemática, os objetivos e hipóteses estejam bem claros e logo as variáveis, a população e a amostra da pesquisa identificadas. Vale destacar que as variáveis podem ser caracterizadas como qualitativas quando se tratam de atributos ou ordenamento<sup>6</sup>, ou quantitativas quando representadas na forma numérica<sup>7</sup>, a população finita quando possuir quantidade de unidades mensurável ou infinita quando não puder ser contada ou por representar um valor muito expressivo, e a amostra pode ser simples quando a escolha for aleatória<sup>8</sup>, sistemática quando seguir um ordenamento pré-definido<sup>9</sup> ou estratificada quando é composta por subconjuntos da população<sup>10</sup>. Estando essas diretrizes transparentes, tem-se a coleta, a classificação, representação e análise dos dados, finalizando a conclusão da pesquisa (Pinheiro *et al*, 2009; Silva *et al*, 2015).

---

<sup>6</sup>Sexo, escolaridade, área de atividade, classe social, etc.

<sup>7</sup> IMC, idade, taxa de evasão, peso, etc.

<sup>8</sup> Sorteio, acaso, programa computacional, etc.

<sup>9</sup> Rol de cadastrados, matriculados, elenco, etc.

<sup>10</sup> Renda, bairro, etnia, etc.

Mas se tratando de método experimental, são empregados métodos estatísticos bem específicos que atendem situações particulares das ciências naturais. Destacando a física, as leis da termodinâmica são fundamentadas nos cálculos estatísticos de probabilidade em que se utiliza um variáveis quantitativas, população infinita e amostra aleatória, por exemplo.

Podemos citar ainda a física quântica que faz uso da estatística de Fermi-Dirac e Bose-Einstein para analisar a condução de elétrons em um metal, ou mesmo descrever o comportamento de sistemas de partículas com spin semi-inteiro (férmions). Dentre esses métodos ainda é possível mencionar outros muito importantes como o de Maxwell-Boltzmann, as simulações de Monte Carlo, modelos de Ising, Maier-Saupe e Onsager amplamente empregadas no estudo de gases, moléculas microscópicas, partículas magnéticas, etc. (Casquilho, *et al*, 2012; Oguri, 2011; Almeida, 2012).

Nesses estudos, principalmente na física experimental, é muito comum a aplicação de técnicas estatísticas, uma vez que o volume de dados presentes nesses sistemas é numeroso. Desse modo, em todos os métodos há uma necessidade de organizar e descrever genericamente os dados, estimar os erros das medidas diretas, propagar o erro das medidas indiretas e efetuar a determinação de parâmetros a partir de ajustes lineares (Oguri, *et al*, 2013).

Entretanto, é relevante significar alguns conceitos antes de avançar, a começar pela ideia de erro, que na estatística é compreendida como incerteza, pressupondo que não exista engano ou falha nos instrumentos de medição utilizados e que estes foram dispostos de maneira adequada e minuciosa a fim de eliminar resultados grosseiros e indesejados. A definição de medida também é importante uma vez que representa o valor numérico relativo a uma grandeza, fenômeno ou sistema físico observado (Oguri, *et al*, 2013).

Após o processo de coleta de dados, a organização e sistematização deles é um fator relevante para a estimativa de erros. Esses dados podem ser dispostos em tabelas de frequência que servem tanto às variáveis qualitativas como as quantitativas. No caso das variáveis qualitativas, Silva, *et al* (2015, p. 40) afirma que “resumem-se à contagem do número de indivíduos em cada categoria e ao cálculo das porcentagens”, como se pode ser demonstrado adotando o quadro de dados de uma observação da luz emitida por 30 materiais diferentes materiais.

**Quadro 1 – Luz emitida por materiais quando aquecido**

vermelho	laranja	verde	amarelo	vermelho
amarelo	azul	vermelho	laranja	azul
azul	verde	amarelo	vermelho	verde
amarelo	vermelho	verde	amarelo	laranja
verde	laranja	vermelho	vermelho	verde
azul	laranja	amarelo	amarelo	vermelho

Fonte: Dados hipotéticos elaborados pelo autor (2025).

Observe que o quadro não apresenta as informações de maneira que permita a leitura adequada dos dados. Porém, ao se organizar dos dados em uma tabela com as seguintes colunas: (1) Categorias: identificação das classes da variável em estudo; (2) Frequência Absoluta: contagem do número de elementos em cada classe; e (3) Frequência Relativa: proporção percentual de cada classe no conjunto amostral, obtemos uma representação mais clara do fenômeno observado.

**Tabela 2 – Distribuição da frequência da luz emitida pelos materiais**

Cor da luz emitida	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
<b>vermelho</b>	8	0,267
<b>laranja</b>	5	0,167
<b>amarelo</b>	7	0,233
<b>verde</b>	6	0,2
<b>azul</b>	4	0,133
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>1</b>

Fonte: Dados hipotéticos elaborados pelo autor (2025).

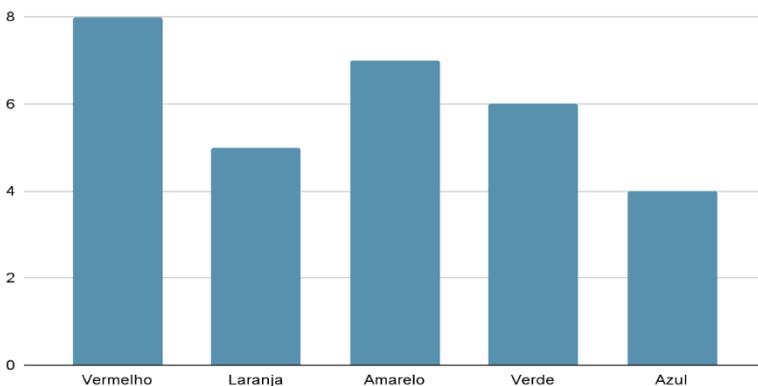
Vale ressaltar que, no caso da frequência relativa apresentar dízimas infinitas, sugere-se aplicar a regra de arredondamento estabelecida pelo Instituto Nacional de Pesos e Medidas - INPM<sup>11</sup>, atendendo ao critério de que a soma de seus números seja igual a 1 estando devidamente equiparado às informações da frequência absoluta.

---

<sup>11</sup> Portaria 36 de 06/07/1965.

Outra forma de organização e sistematização dos dados é o *gráfico estatístico* que precisa respeitar três critérios: simplicidade, clareza e veracidade. Seu objetivo é fornecer ao leitor uma forma mais direta de interpretação dos dados, principalmente pela ausência de informações secundárias, como a frequência relativa indicada na tabela acima.

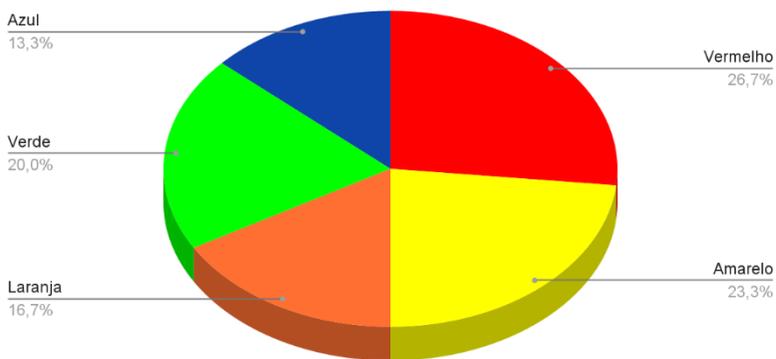
**Gráfico 1** – Distribuição da Frequência da luz emitida pelos materiais



**Fonte:** Dados hipotéticos elaborados pelo autor (2025).

Como podemos ver no gráfico acima, a análise e interpretação das informações do caso descrito são obtidas mais rapidamente do que em uma tabela mais detalhada. Se organizado em um outro tipo de gráfico, como o de setores, também podemos chegar às mesmas conclusões.

**Gráfico 2** – Distribuição da Frequência da luz emitida pelos materiais



**Fonte:** Dados hipotéticos elaborados pelo autor (2025).

Já nos casos em que a variável é quantitativa, pode-se distinguir duas categorias: o quantitativo discreto e contínuo. A primeira só pode assumir valores correspondentes a números inteiros, enquanto a segunda pode representar contagens definidas em intervalos. Se tomarmos um exemplo em que haja um número elevado de valores, Pinheiro *et al* (2009, p. 12) ratifica que “é preciso dividir o seu intervalo de variação em vários subintervalos [...]”, tornando o problema semelhante aos casos com variáveis qualitativas, como se observa na tabela abaixo que descreve os dados obtidos no arremesso de peso das Olimpíadas de Tóquio no ano de 2020. Para tanto, vamos estabelecer um intervalo arbitrário de 1,2 entre as medidas para organizar a

tabela com frequência e intervalos, tomando como referência o maior valor 23,30, ficando, portanto,  $23,30 - 1,2 = 22,10$ , depois  $22,10 - 1,2 = 20,90$  e por fim  $20,90 - 1,2 = 19,70$  como menor valor.

**Tabela 3 – Frequências e percentuais dos arremessos de peso**

Nacionalidade	Participante	Distância (m)	Intervalos da distância (m)	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
USA	Ryan Crouser	23,30	19,70-20,90	6	50,0
USA	Joe Kovace	22,65	20,90-22,10	3	25,0
UK	Tomas Walsh	22,47	22,10-23,30	3	25,0
BRA	Darlan Romani	21,88	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100</b>
NZL	Zane Weir	21,41			
RSA	Kyle Blignaut	21,00			
SRB	Armin Sinancevic	20,89			
EGY	Mostafa Amr Hassan	20,73			
NLZ	Jacko Gill	20,71			
USA	Payton Otterdahl	20,32			
BIH	Mesud Pezer	20,08			
NGR	Chukwuebuka Enekwechi	19,74			

Fonte: El País - Jogos Olímpicos de Tóquio 2020<sup>12</sup>.

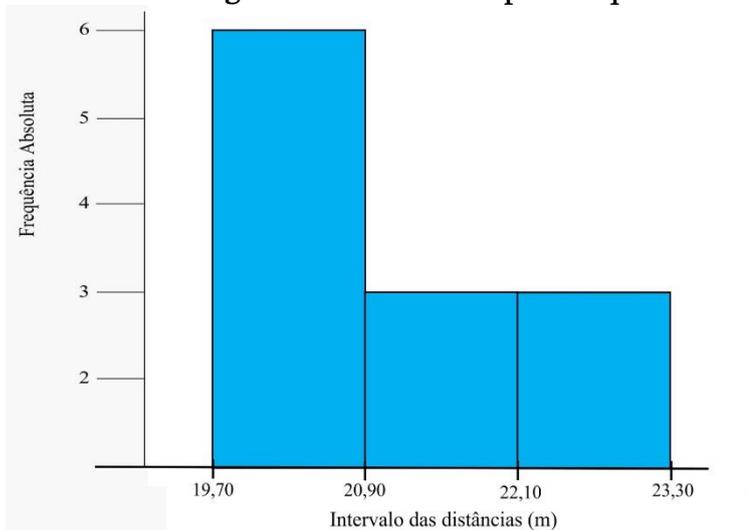
Nessa tabela podemos identificar claramente que houve um maior número de saltos no intervalo de 19,70 a 20,90 metros,

<sup>12</sup>As informações adicionais de intervalos e frequência foram realizadas pelo autor.

equivalente a 50% dos saltos realizados. Isso nos permite deduzir que a maioria dos atletas estão abaixo da média de saltos, enquanto que um grupo mais seleto de 04 competidores estão acima desse valor, apesar do intervalo ser razoavelmente pequeno, o que nos leva a refletir sobre o critério de decisão para a escolha de uma hipótese que discorreremos mais à frente.

Outra forma comum de apresentação de dados em variáveis quantitativas é o histograma e gráfico ramo-folha. O primeiro é similar a um gráfico de barras, porém sem espaçamento entre os intervalos. Podendo ser vertical ou horizontal, o histograma é estruturado em eixos que podem representar intervalos de classe variável ou frequências, como pode ser visto no modelo abaixo com base nos dados da tabela anterior.

**Gráfico 3 – Histograma das distâncias pela frequência absoluta**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025). Com base em: El País - Jogos Olímpicos de Tóquio 2020.

Em relação à facilidade de interpretação de dados, esse gráfico se equipara ao de barras/colunas, já apresentado anteriormente. Contudo, o gráfico de ramo-folhas é de montagem e análise mais complexa e muito se assemelha a uma tabela devido a formatação das linhas e espaços, porém apresenta o que identificamos como ramo onde se coloca o primeiro valor inteiro do intervalo numérico, em que no caso ilustrado acima, 19,74 m equivale a 1 no ramo indicando a dezena e a folha ilustrando os demais valores da sequência numérica, 97, como pode ser visto abaixo, contendo também a frequência absoluta.

Vale ressaltar que nesse tipo de gráfico só é permitido até dois algarismos representados na folha, podendo ser decimal,

unidade ou dezena e que se estabeleceu um intervalo diferente da tabela e do histograma para contemplar algumas particularidades desse tipo de gráfico.

**Gráfico 4 – Ramo - Folha da Altura por frequência absoluta**

Ramo	Folhas	Frequência Absoluta
1	97	1
2	00 03 07 07 08	5
2	10 14 18	3
2	24 26	2
2	33	1

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025). Com base em: El País - Jogos Olímpicos de Tóquio 2020.

Podemos observar que o ramo 2 se repete por cerca de quatro vezes, porém distingue-se dos demais valores de acordo com os numerais descritos na folha, e que a frequência absoluta faz a contagem do número de folhas apresentadas em cada ramo, indicando os mesmos dados, se valendo, contudo, de outro parâmetro de distribuição numérica.

Como já foi observado, a palavra frequência apareceu algumas vezes no decorrer deste capítulo e a sua compreensão conceitual se faz necessária para avançarmos na discussão proposta. Esse termo pode ser diferenciado em *absoluta/simples*, que indica o registro total de elementos da amostra e a *relativa*

que indica o percentual ao dividir o valor registrado da amostra pela soma das frequências absolutas. Ainda existe a *frequência acumulada* obtida pela soma das frequências absolutas de todos os eventos até um determinado tempo, a *acumulada relativa* obtida pela razão da frequência acumulada com a frequência absoluta total e não menos importante a *frequência de classes* utilizada para intervalos numéricos semelhante a tabela X a ilustrada anteriormente.

**Tabela 4** – Equações utilizadas para determinar os tipos de frequências

<b>Frequência</b>	<b>Equação</b>
Absoluta/Simples	$F_s = n$
Relativa	$F_r = \frac{F_s}{F_N}$
Acumulada	$F_a = F_{a_1} + F_{a_2} + F_{a_3} + \dots + F_{a_i}$ ou $F_a = \sum_{i=1}^j F_{a_i}$
Acumulada relativa	$F_{ar} = \frac{F_a}{F_N}$
Leia-se $F_N$ como a soma das frequências absolutas ou frequência absoluta total.	

Fonte: Silva *et al*, 2015.

Como já citamos casos em que a frequência absoluta e relativa foi elucidada, vale destacar a aplicação das demais formas de frequência para compreender melhor a sua importância. Na física, o uso das frequências  $F_a$  e  $F_{ar}$  pode ser observada em casos com e sem intervalos de classes, sendo bem particularidades as condições sem categorias. No decaimento

radioativo, por exemplo, em que se pode medir o número de decaimentos em intervalos de tempo sucessivos, sendo  $F_a$  o número total de decaimentos ocorridos até um determinado instante e  $F_{ar}$  a fração de núcleos que decaíram até aquele instante, como vê-se na tabela a seguir, exemplificando os decaimentos proporcionais de um total de 1000 átomos durante um intervalo de 5 minutos.

**Tabela 5** – Distribuição de frequência dos decaimentos radioativos

Tempo (minutos)	Decaimentos (frequência absoluta) $F_s$	Frequência acumulada $F_a$	Frequência relativa (%) $F_s$	Frequência acumulada relativa (%) $F_{ar}$
0-1	150	150	15% ou 0,15 = 150/1000	15% ou 0,15 = 150/1000
1-2	120	270	12% ou 0,12 = 120/1000	27% ou 0,27 = 270/1000
2-3	90	360	9% ou 0,09=90/1000	36% ou 0,36 = 360/1000
3-4	70	430	7% ou 0,07=70/1000	43% ou 0,43 = 430/1000
4-5	50	480	5% ou 0,05=50/1000	48% ou 0,48 = 480/1000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
<b>Total</b>	<b>1000</b>			

Fonte: Dados hipotéticos elaborados pelo autor (2025).

Nesse exemplo, observamos que, enquanto no primeiro minuto apenas 15 % dos átomos decaíram, ao final do quinto minuto já atingiu 48%. A frequência relativa acumulada, aqui demonstrada, nos permite visualizar a progressão do decaimento ao longo do tempo, mostrando a proporção do total de átomos que decaíram até um dado momento.

Ainda podemos citar o caso da distribuição das velocidades moleculares de um gás ideal em equilíbrio térmico, também conhecida como distribuição de Maxwell-Boltzmann, dividindo as velocidades em intervalos, contando o número de moléculas com velocidade dentro do intervalo e evidentemente usando uma função de probabilidade, sendo a frequência acumulada relativa equivalente ao percentual de partículas com velocidade menor ou igual a um determinado valor. Não menos importante, cabe citar ainda o amplo emprego das frequências na análise de dados experimentais com erros, para estimar as probabilidades de incertezas e bem como os intervalos de confiança da medida.

Discorrendo ainda sobre técnicas estatísticas, as medidas de posição ou medidas de centralidade, como também são conhecidas, representam um valor central de um rol de medidas e são amplamente empregadas para variáveis quantitativas. A média aritmética  $\bar{x}$  é uma delas, sendo obtida através da soma de todos os valores  $(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n)$  e dividindo o total pelo

número  $n$  deles. Sua representação algébrica pode ser dada conforme a equação (eq.1) abaixo.

$$\underline{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+\dots+x_n}{n} \text{ (eq.1)}$$

Em que  $\underline{x}$  é a média aritmética,  $x_i$  são os valores da variável,  $i$  e  $n$  é o número de elementos contidos no conjunto numérico. Uma característica interessante dessa medida é que se houver valores muito extremos, influenciará diretamente no valor encontrado. Já a mediana  $x_{med}$ , outra medida de tendência central, é indicada pelo valor que se encontra na posição central de uma dada sequência quando o total de números  $N$  for ímpar, e quando esse total for par, é indicado pela média dos dois valores de posição central, conforme as equações abaixo, em que  $N$  representa a quantidade de números da sequência e não menos importante, a organização numérica deve ser distribuída de forma ordenada, respeitando a posição dos termos.

$$N(\text{ímpar}) \Rightarrow x_{med} = \frac{x_{(N+1)}}{2} \text{ (eq.2)}$$

$$N(\text{par}) \Rightarrow x_{med} = \frac{x_{\frac{N}{2}} + x_{\frac{N}{2}+1}}{2} \text{ (eq.3)}$$

A mediana também pode ser entendida como o *segundo quartil* Q2, que faz parte do sistema de distribuição de dispersão amostral que representa o valor que separa os 50% dos dados, equivalente a posição  $\frac{N+1}{2}$ , enquanto o primeiro quartil Q1, representa os 25% inferiores dos dados, equivalente a posição  $\frac{N+1}{4}$  da amostra e o terceiro quartil Q3 que representa os 75%

inferiores dos dados, equivalente a  $3 \cdot \frac{N+1}{4}$ , podendo até mesmo ser calculado a distância interquartil pela expressão:

$$DIQ = Q3 - Q1 \text{ (eq.4).}$$

Usaremos os dados do arremesso de peso citados anteriormente para exemplificar essas medidas, invertendo a ordem decrescente para medir os quartis.

**Tabela 6 – Média aritmética, mediana e quartis dos arremessos de peso**

**Média aritmética:**

$$\underline{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12}}{12}$$

$$\underline{x} = \frac{23,30+22,65+22,47+21,88+21,41+21,00+20,89+20,73+20,71+20,32+20,08+19,74}{12}$$

$$\underline{x} = \frac{225,18}{12}, \text{ logo:}$$

$$\underline{x} = 21,265$$

**Mediana/segundo quartil (Q2):**

$$\begin{array}{cccccccccccc} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & [ & x_6 & x_7 & ] & x_8 & x_9 & x_{10} \\ 23,30 & 22,65 & 22,47 & 21,88 & 21,41 & [21,00 & 20,89] & 20,73 & 20,71 & 20,32 & 20,08 \end{array}$$

Como o número  $n$  de valores é 12, portanto é par, conforme a eq.3 tem-se que:

$$\text{posição do } Q2 = \frac{N+1}{2} = \frac{12+1}{2} = \frac{13}{2} = 6,5 \text{ ou seja, a mediana está entre as posições 6 e 7.}$$

$$x_{med} = \frac{x_6 + x_7}{2} = \frac{21,00 + 20,89}{2} = \frac{41,89}{2}$$

$$x_{med} = 20,945$$

## Interquartil:

Para calcular os quartis, renomeamos e reorganizamos a ordem dos dados.

$x_1$   $x_2$   $x_3$   $x_4$   $x_5$  [  $x_6$   $x_7$  ]  $x_8$   $x_9$   $x_{10}$   $x_{11}$   
19,74 20,08 20,32 20,71 21,88 [20,89 21,00] 21,41 21,88 22,47 22,65 23,30

## Primeiro Quartil (Q1):

Como o número total de dados é  $n = 12$ , então

*posição do Q1* =  $\frac{n+1}{4} = \frac{12+1}{4} = \frac{13}{4} = 3,25$  ou seja, o Q1 está entre as posições 3 e 4, logo:

$$Q1 = \frac{x_3 + x_4}{2} = \frac{20,32 + 20,71}{2} = \frac{41,03}{2}$$
$$Q1 = 20,515$$

## Terceiro Quartil (Q3):

*posição do Q3* =  $3 \cdot \frac{n+1}{4} = 3 \cdot \frac{12+1}{4} = 3 \cdot \frac{13}{4} = 3 \cdot 3,25 = 9,75$  ou seja, o Q3 está entre as posições 9 e 10,

logo:

$$Q3 = \frac{x_9 + x_{10}}{2} = \frac{21,88 + 22,47}{2} = \frac{44,35}{2}$$
$$Q3 = 22,175$$

## Distância interquartil (DIQ):

$$DIQ = Q3 - Q1 = 22,175 - 20,515$$
$$DIQ = 1,66$$

Fonte: Dados elaborados pelo autor (2025).

Logo, é possível observar que, enquanto a média aritmética indicou 21,265 metros como a distância média, a mediana apontou para 20,945 metros como a tendência média

dos lançamentos realizados e os quartis demonstram que a dispersão dos dados se dá entre 20,515 e 22,175, apresentando um intervalo de 1,66m entre esses extremos.

Não menos importante a *moda*  $x_{mod}$  é outra medida de tendência central que indica o valor ou atributo<sup>13</sup> que aparece com maior frequência. Como na situação ilustrada não existe nenhum valor que se repita, podemos afirmar que *não existe moda* na situação ou dizer que conjunto numérico é *amodal*. Todavia, no caso em que houver mais de um elemento com mesma frequência máxima, afirmarmos que o conjunto é *multimodal* cuja moda equivale aos valores que apresentam frequência máxima.

Uma vez de posse das medidas de posição é possível extrair medidas de dispersão que indicam o grau de espalhamento dos valores da amostra em torno da medida central. Aqui já apresentamos o *quartil* e agora vamos destacar a *amplitude*, o *desvio*, *desvio médio absoluto*, a *variância* e *desvio padrão*. A amplitude  $A$  é um parâmetro de dispersão utilizada para determinar a diferença entre o máximo e o mínimo do conjunto de dados, portanto sempre será um número positivo, enquanto que o desvio  $\delta x_i$  identifica a diferença entre um valor medido e a média dos valores medidos, apontando uma dispersão simples da medida e sua respectiva média em relação ao conjunto de dados, podendo ser positivo ou negativo.

---

<sup>13</sup> Exemplo: cor, etnia, bairro, sexo, escolaridade, etc.

$$A = x_{max} - x_{min} \quad (\text{eq.5}) \quad \delta x_i = (x_i - \underline{x}) \quad (\text{eq.6})$$

Vejamos como pode ser aplicado com base nos dados utilizados nas tabelas 3 e 6.

**Tabela 7 – Amplitude e desvio do arremesso de peso**

<p><b>Amplitude:</b></p> $A = x_{max} - x_{min} = 23,30 - 19,74$ $A = 3,56$
<p><b>Desvios:</b></p> $\delta x_i = (x_i - \underline{x}) =$ $\delta x_1 = (x_1 - \underline{x}) = 23,30 - 21,37 = 1,93$ $\delta x_2 = (x_2 - \underline{x}) = 22,65 - 21,37 = 1,28$ $\delta x_3 = (x_3 - \underline{x}) = 22,47 - 21,37 = 1,1$ $\delta x_4 = (x_4 - \underline{x}) = 21,88 - 21,37 = 0,51$ $\delta x_5 = (x_5 - \underline{x}) = 21,41 - 21,37 = 0,04$ $\delta x_6 = (x_6 - \underline{x}) = 21,00 - 21,37 = -0,37$ $\delta x_7 = (x_7 - \underline{x}) = 20,89 - 21,37 = -0,48$ $\delta x_8 = (x_8 - \underline{x}) = 20,73 - 21,37 = -0,64$ $\delta x_9 = (x_9 - \underline{x}) = 20,71 - 21,37 = -0,66$ $\delta x_{10} = (x_{10} - \underline{x}) = 20,32 - 21,37 = -1,05$ $\delta x_{11} = (x_{11} - \underline{x}) = 20,08 - 21,37 = -1,29$ $\delta x_{12} = (x_{12} - \underline{x}) = 19,74 - 21,37 = -1,63$

**Fonte:** Dados elaborados pelo autor (2025).

Nesse exemplo, podemos visualizar que a distância/amplitude entre o maior e menor arremesso é de 3,56 metros, configurando uma vantagem relevante na competição, sendo também equivalente à soma dos módulos dos desvios desses respectivos arremessos, a saber se  $\delta x_1 = 1,93$  e  $\delta x_{12} = -1,63$ , logo  $|1,92| + |-1,63| = 3,56$ . Porém, vale destacar que, se

comparado a média dos arremessos, os esportistas não estariam com tanta vantagem, visto que a diferença em relação a média dos lançamentos seria de aproximadamente 30 cm.

Por outro lado, o desvio médio absoluto  $|\underline{\delta x}|$  tem uma importância no cálculo estatístico por contemplar todo o conjunto de dados envolvidos da medida, apesar de ser menos utilizado na estatística avançada, principalmente por não descrever a dispersão das distribuições como o desvio-padrão devido sua menor sensibilidade aos valores extremos. Assim ele descreve, como o próprio nome sugere, a média aritmética dos desvios em relação à média aritmética dos dados. Como o desvio médio absoluto está escrito em módulo, seus valores sempre serão positivos.

$$|\underline{\delta x}| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\delta x_i| = \sum_{i=1}^N \frac{|x_i - \underline{x}|}{N} = \frac{|x_1 - \underline{x}| + |x_2 - \underline{x}| + |x_3 - \underline{x}| + |x_4 - \underline{x}| + \dots + |x_N - \underline{x}|}{N}$$

(eq.7).

A variância, segundo Silva (p.85, 2015) é responsável por medir a “dispersão dos dados em torno da média, levando em consideração a totalidade dos valores da variável em estudo, o que a torna um índice de variabilidade bastante estável”. Também sendo definida como a média dos quadrados dos desvios em relação à média aritmética, ela é calculada por

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\delta x_i^2) = \sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \underline{x})^2}{N} = \frac{(x_1 - \underline{x})^2 + (x_2 - \underline{x})^2 + (x_3 - \underline{x})^2 + (x_4 - \underline{x})^2 + \dots + (x_N - \underline{x})^2}{N}$$

(eq.8)

Não obstante, a variância ainda pode ser apresentada de outra forma quando se referir a grandezas físicas cuja dimensão é igual ao quadrado da dimensão das amostras, conforme se descreve a seguir:

$$\begin{aligned} \sigma_x^2 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \underline{x})^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i^2 - 2x_i\underline{x} + \underline{x}^2) \\ &= \frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=1}^N (x_i^2) - 2\underline{x} \left( \sum_{i=1}^N x_i \right) + \sum_{i=1}^N \underline{x}^2 \right\} = \left\{ \underline{x}^2 - 2\underline{x} \underline{x} + \frac{N}{N} \underline{x}^2 \right\} \\ &= \underline{x}^2 - \underline{x}^2 \end{aligned} \quad (\text{eq.9})$$

$$\text{ou ainda} \Rightarrow \sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \right]^2 = \underline{x}^2 - \underline{x}^2 \quad (\text{eq.10})$$

Dentre as medidas de dispersão, o desvio-padrão é a mais utilizada nas ciências da natureza, principalmente na física, com o objetivo de calcular o erro. Medindo a variabilidade dos valores em torno da média, o desvio padrão possui um limite de valor mínimo que é o zero e corrobora a ausência de variabilidade, significando que todos os valores são iguais à média. A expressão que representa essa dispersão é:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\delta x_i)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \underline{x})^2}{N}} \\ &= \sqrt{\frac{(x_1 - \underline{x})^2 + (x_2 - \underline{x})^2 + (x_3 - \underline{x})^2 + (x_4 - \underline{x})^2 + \dots + (x_N - \underline{x})^2}{N}} \\ &= \sqrt{\underline{x}^2 - \underline{x}^2} = \sqrt{\sigma_x^2} \end{aligned} \quad (\text{eq.11})$$

Vejam os dados na tabela abaixo como se comportam os dados acima quando aplicamos as últimas medidas de dispersão mencionadas.

**Tabela 8** – Valores das medidas de desvio médio absoluto, variância e desvio-padrão

Medidas de dispersão para variáveis quantitativas	Valores calculados
Desvio médio absoluto ( $ \delta x $ )	0,92
Variância ( $\sigma_x^2$ )	1,12
Desvio-padrão ( $\sigma_x$ )	$\pm 1,06$

Fonte: Dados elaborados pelo autor (2025).

Apesar de parecer não acrescentar muito significado ao problema descrito acima, com base nesses parâmetros podemos deduzir que os arremessos estão distantes da média em aproximadamente 0,92m, porém, pela maior sensibilidade do desvio-padrão é mais preciso afirmar que essa margem de aproximação da média é de 1,12 para mais ou para menos, e não menos importante, a variância entre esses valores em função da média é relativamente pequena, se comparado ao quadrado da média  $21,37^2 = 456,68$  e isso significa que a dispersão dos arremessos se dá em 1,12 m<sup>2</sup>. Isso se aplicaria muito bem a outras situações em que se utilizasse medidas como fonte de dados para se estudar ou ensinar estatística, principalmente na proposta de estimar incertezas e inferir sobre a confiabilidade da medida.

Com relação à inferência estatística, mencionada acima, esta se constitui do processo pelo qual são utilizados dados de [82]

uma amostra para tirar conclusões. Esse processo é formado pelos seguintes aspectos: (1) definição da população e amostra; (2) Coleta de dados; (3) Sistematização dos dados; (4) Formulação das hipóteses; (5) Teste estatístico; (6) Tomada de decisão e (7) Interpretação e generalização.

Segundo Pinheiro *et al.*, (2009, p. 4), *população* (ou universo) “é o conjunto de todos os elementos (pessoas ou objetos) cujas propriedades o pesquisador está interessado em estudar”. Por sua vez, essas propriedades podem ser atributos qualitativos, medições, índices, etc., como por exemplo: idade, velocidade e IMC, respectivamente.

Quando realizado o levantamento completo da população em seus diversos elementos, temos o que é compreendido como *censo*<sup>14</sup>. Todavia, como a população representa um número grande de elementos, é tratada como se fosse infinito, embora seja finito, todavia costuma-se examinar apenas uma pequena parte dessa população também definida como *amostra*. Esta última é entendida como representação do todo e a partir dela pode-se tirar conclusões sobre a população, logo, quanto maior a amostra, mais confiável e precisa são as inferências.

Já a coleta de dados é um processo que garante que os membros da população sejam contemplados na amostra, e se dá utilizando um método de amostragem probabilística, a saber a

---

<sup>14</sup> “[...] exame de todos os elementos da população”, segundo Pinheiro *et al* (2009, p. 5).

amostragem aleatória simples, ou estratificada ou por agrupamento. A primeira, como o próprio termo sugere, é feita adotando um critério de aleatoriedade que permita a todos os membros da população terem as mesmas chances de serem selecionados. A segunda é feita a partir da seleção de subgrupos da população com as mesmas características, seguido de uma amostragem aleatória simples desse subgrupo. E a última é realizada a partir de agrupamentos heterogêneos dentro da população, contanto que seja garantida a representatividade do todo, e por fim é feita uma seleção aleatória do conglomerado que será incluído na amostra.

Para demonstrar a aplicação desses conceitos, suponhamos que um grupo de estudantes de física desejam estimar a aceleração da gravidade local usando um pêndulo simples. Sabendo que o período ( $T$ ) está relacionado ao comprimento da corda ( $L$ ) e a gravidade, dada a expressão  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ , então é possível determinar a aceleração da gravidade.

Dessa maneira, podemos afirmar que a população<sup>15</sup> é constituída por todas as medidas do período do pêndulo, realizados sob as mesmas condições experimentais, sendo a amostra é formada por apenas 20 dessas medidas. Se o método de coleta for por amostragem aleatória simples, em que se realiza as

---

<sup>15</sup> Neste caso a população é conceitual, portanto, infinita, pois não se aplica a elementos humanos ou dados discretos, mas à variáveis aleatórias.

medidas de modo aleatório e independente, pode-se obter esses dados variando o ponto de liberação do pêndulo, ou se, aplicando o método da amostragem estratificada, separar as medidas por subgrupos homogêneos de parâmetros, como o comprimento  $L$  do pêndulo e analisar apenas 20 valores presentes nesse agrupamento, ou ainda se, aplicando o método de amostragem por conglomerados, separar os dados em conjuntos de medições realizadas em momentos diferentes, com 10 medições pela manhã (conglomerado 1), 10 medições pela tarde (conglomerado 2) para verificar se há alguma variação sistemática decorrente das condições do ambiente.

Se aplicado a um caso das ciências sociais, podemos supor uma pesquisa direcionada aos universitários, sendo a população definida pelos próprios estudantes desse nível acadêmico, a amostra formada pelos alunos de uma certa universidade e coleta de dados, se dada pela amostragem aleatória simples, se procede escolhendo ou sorteando os alunos de maneira imparcial e casual para participar da pesquisa, ou se por amostragem estratificada, separando subgrupos por cursos ou departamento e selecionando aleatoriamente os participantes desse estrato, ou ainda, se por amostragem conglomerada, selecionar algumas turmas da universidade e todos esses alunos respondem à pesquisa.

O terceiro passo para a inferência estatística é a sistematização dos dados que já apresentamos aqui com os

conceitos e exemplos de medidas de tendência central, medidas de dispersão e distribuição de frequências.

A formulação de hipóteses é base de toda a pesquisa, pois norteia o que se espera como possíveis resultados, sendo  $H_0$  a hipótese mais conservadora ou nula, considerada verdadeira até que haja evidências suficientes para rejeitá-la, e  $H_1$  a hipótese considerada inovadora ou alternativa, em outras palavras é a afirmação que se pretende provar.

Com relação ao teste estatístico para validação de uma das hipóteses, dependendo do tipo de dados, do número de grupo, do tipo de hipótese ou mesmo da distribuição dos dados, existe um teste mais adequado. Entretanto, vale destacar que, quando se trabalha com amostras, sempre há uma probabilidade de erro na decisão, logo existe dois tipos de erro: Erro I (falso positivo), que é a possibilidade  $\alpha$  de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira, e o Erro II (falso negativo), que se trata de não rejeitar a hipótese nula quando ela é falsa, probabilidade  $\beta$ <sup>16</sup>.

Sobre os testes estatísticos, entre os mais comuns estão: o Teste de proporções usando a distribuição normal para uma variável aleatória, Teste t de Student para comparar médias de amostras independentes ou pareadas, Análise de Variância para comparar médias de três ou mais grupos, Teste do Qui-quadrado para usar em associações de variáveis categóricas, Teste de

---

<sup>16</sup> Termo que indica a probabilidade *máxima* de aceitar a hipótese nula quando ela é falsa. Seu valor não é definido pelo experimentador.

Pearson para medir a força e direção da relação linear entre duas variáveis numéricas, e a Regressão linear empregada para modelar a relação entre as variáveis dependentes e independentes.

O Teste de proporções, aplica-se à situações em que se deseja comparar proporções de uma ou mais populações, determinando se a diferença entre as populações observadas em amostras é estatisticamente significativa. Dependendo da quantidade de grupos a serem analisados pode-se aplicar uma distribuição Normal para uma variável aleatória, a partir de dois parâmetros: a média e a variância.

O *Teste t de Student* é utilizado para comparar a média de dois grupos. Em situações que a amostra é não-pareada, a expressão correspondente é:

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{m} + \frac{1}{n} \right)}} \quad (\text{eq.12})$$

em que:

$\bar{X}$  é a média amostral dos  $X_i's, i = 1, \dots, m$

$\bar{Y}$  é a média amostral dos  $Y_j's, j = 1, \dots, n$

$S_x^2$  é a variância amostral dos  $X_i's, i = 1, \dots, m$

$S_y^2$  é a variância amostral dos  $Y_j's, j = 1, \dots, n$

$S_p^2 = \frac{(m-1)S_x^2 + (n-1)S_y^2}{m+n-2}$  é o estimador combinado  $\sigma^2$ , logo, prova-se a hipótese  $H_0$  como verdadeira se a variável aleatória  $T$  segue uma distribuição em que  $m + n - 2$  são os graus de liberdade e rejeita-

se  $H_0$  se  $|T_{obs}| > t_{1-\frac{\alpha}{2}}$  de acordo com nível de significância  $\alpha$ <sup>17</sup> escolhido, não esquecendo que o estimador dos parâmetros populacionais são as medidas de dispersão média  $\mu$ , variância  $\sigma^2$ , desvio-padrão  $\sigma$  e proporção  $p$ , conforme a tabela a seguir.

**Tabela 9** – Estimadores pontuais dos principais parâmetros populacionais

<b>Parâmetro populacional</b>	<b>Estimador</b>
<b>Média, <math>\mu</math></b>	<i>Média amostral</i> $= \underline{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$
<b>Variância, <math>\sigma^2</math></b>	<i>Variância amostral</i> $= \sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \underline{x})^2$
<b>Desvio-padrão, <math>\sigma</math></b>	<i>Desvio – padrão amostral</i> $= \sigma = \sqrt{\sigma^2}$
<b>Proporção, <math>p</math></b>	<i>Proporção amostral = frequência relativa</i> $= \hat{p} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$ , onde os $X_i$ são todos iguais a 0 ou 1.

Fonte: Pinheiros (2009).

No teste t de Student em que as amostras são pareadas, a estatística teste é dada por

$$T = \frac{\underline{D}}{S_D/\sqrt{N}} \quad (\text{eq.13})$$

em que:

$$D_i = X_i - Y_i$$

$\underline{D}$  é a média amostral dos  $D_i$ 's,  $i = 1, \dots, n$

$S_D$  é o desvio padrão médio amostral dos  $D_i$ 's,  $i = 1, \dots, n$

<sup>17</sup> Segundo Pinheiro (2009), é a probabilidade máxima de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira. Seu valor é definido pelo experimentador e usualmente se encontra entre 1 e 5%.

Uma vez escolhido o nível de significância de  $\alpha$ , rejeita-se a hipótese nula se  $|T_{obs}| > t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ , em que  $t_{1-\frac{\alpha}{2}}$  é o quantil da  $t$  de Student com  $(n - 1)$  graus de liberdade à direita do qual há uma área igual a  $\frac{\alpha}{2}$ .

O teste de Qui-quadrado é aplicado quando as condições para testes paramétricos não são satisfeitas, semelhante à distribuição de Fisher-Snedecor e a  $t$  de Student, ou seja, quando não possuem distribuição normal. Desse modo, serve para comparar as proporções observadas em três ou mais amostras independentes.

O teste Pearson configura um método estatístico usado para medir correlação entre duas variáveis, avaliando como os dados se ajustam a uma linha reta, por isso é apresentado na forma de um coeficiente  $r$  que indica diferentes graus de correlação entre -1 a +1, em que quanto mais próximo desses extremos mais forte é o grau de correlação, quando próximo de zero a correlação é mais fraca. A formulação matemática deste coeficiente é dada por

$$r = \frac{\Sigma(X_i - \underline{X})(Y_i - \underline{Y})}{\sqrt{\Sigma(X_i - \underline{X})^2 \Sigma(Y_i - \underline{Y})^2}} \quad (\text{eq. 14})$$

onde:

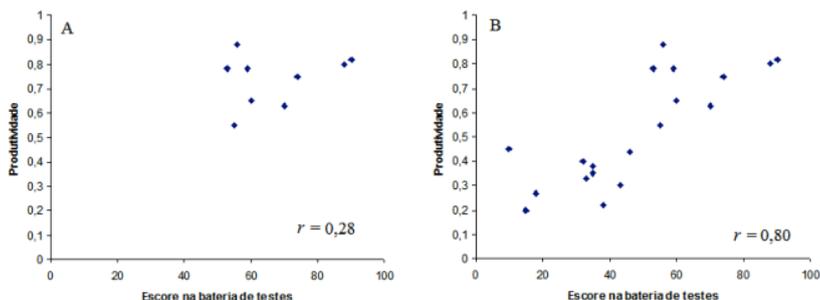
$X_i$  e  $Y_i$  são os valores individuais das variáveis  $X$  e  $Y$ .

$\underline{X}$  e  $\underline{Y}$  são as médias de  $X$  e  $Y$ , respectivamente.

A figura abaixo demonstra como seria observado essas correlações numa situação em que uma companhia selecionou

candidatos a empregos por meio de testes psicológicos e um ano após a contratação realizou um estudo de correlação entre a produtividade dos empregados e escore obtido nos testes realizados para admissão.

**Figura 3** – Demonstração do visual dos gráficos A e B com diferentes coeficientes de Pearson



**Fonte:** Escore na bateria de testes. Estatística aplicada à educação. Moodle da USP. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5209106/mod\\_resource/content/1/aula%208.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5209106/mod_resource/content/1/aula%208.pdf). Acesso em: 03 nov. 2024.

Observando o gráfico A na figura acima, seria possível concluir que não há correlação entre os testes psicológicos e a produtividade. Porém, ao analisar o gráfico B, com o maior número de amostras, a correlação entre as variáveis aumenta demonstrando que, apesar de pequeno, provavelmente sem o trabalho do psicólogo a companhia teria funcionários com uma produtividade ainda mais baixa.

Por fim, regressão linear é uma técnica estatística utilizada para analisar a relação entre duas variáveis, uma

dependente e outra independente, como por exemplo, prever o risco de inadimplência de um cliente com base no seu histórico de crédito, renda e outras informações. Empregada para encontrar coeficientes que melhor ajustam os dados em linha reta, como no caso da companhia descrita acima, visando determinar qual o melhor teste psicológico para se chegar a um escore que corresponda mais fielmente à produtividade do empregado.

A Tomada de decisão é uma das etapas mais importantes da inferência estatística e todos os processos que foram apresentados são estritamente relevantes, porém, só é possível quando aplicado o *nível crítico* ou *p-valor*, que se refere ao menor nível de significância utilizado para que, ao trabalhar com os dados observados, a hipótese nula  $H_0$  ainda seja rejeitada. Sua representação costuma usar o símbolo  $\hat{\alpha}$ .

Por último, a interpretação e generalização são feitas com base no contexto do estudo, levando em consideração as limitações e grau de significância adotado. Partindo do exemplo do arremesso de peso e que deseja-se verificar se um novo método de treinamento aumenta a distância média do arremesso, no quadro abaixo descrevemos os aspectos para a inferência estatística.

**Quadro 2 – Descrição do processo de inferência estatística no caso do arremesso de peso**

<b>População</b>	Todos os atletas de arremesso de peso.
<b>Amostra</b>	20 atletas que utilizam o novo método.
<b>Variáveis</b>	Variável dependente: Distância do arremesso. Variável independente: Tempo (antes e depois do treinamento).
<b>Coleta de dados</b>	Realização da medida antes e depois do treinamento, sob as mesmas condições (local, equipamento de medição, etc.) para minimizar os erros.
<b>Teste estatístico</b>	Teste t de pareamento (t de Student). $T = \frac{D}{S_D/\sqrt{N}}$
<b>Hipóteses</b>	$H_0$ : Não há diferença na distância média dos arremessos antes e depois do novo método de treinamento, ou seja, $\mu_D = 0$ . $H_1$ : A distância média dos arremessos aumenta após o treinamento, ou seja, $\mu_D > 0$ .
<b>Resultado</b>	<i>valor - p</i> = 0,03 (considerando $\alpha = 0,05$ )
<b>Decisão</b>	Como <i>valor - p</i> < $\alpha$ , rejeitamos $H_0$ .
<b>Conclusão</b>	<b>Interpretação:</b> Há evidências estatísticas para afirmar que o novo método de treinamento aumenta a distância média do arremesso de peso na amostra. <b>Generalização:</b> É possível inferir que o novo método provavelmente aumenta a distância média dos arremessos na população dos atletas de arremesso de peso.

Fonte: Dados hipotéticos elaborados pelo autor (2025).

Nesse exemplo, a generalização é cautelosa, pois a amostra da população de atletas é pequena, de modo que, a afirmação seria mais robusta se aumentasse o subconjunto de atletas e se utilizasse uma amostra aleatória.

Diante do exposto, é possível perceber que várias técnicas, métodos e modelos de probabilidade não foram contemplados no caput deste trabalho, por outro lado, buscou-se evidenciar o máximo de elementos possíveis da estatística que tivesse alguma proximidade com o produto educacional que foi desenvolvido para os estudantes do ensino médio e que permitisse aprofundar a temática em discussão.

### **Introdução à Grandezas e Medidas**

Ao longo da história da humanidade, a necessidade básica de sobrevivência foi determinante para a criação de sistemas de contagem, medição e ordenamento até o desenvolvimento da numeração. Da contagem dos dias e das noites à quantidade de ovelhas no rebanho, a matemática evoluiu a ponto de visualizar padrões na natureza permitindo serem feitas desde previsões astronômicas como eclipses solares e lunares à distribuição logística de alimento, terra e habitação no início das grandes civilizações antigas. Os egípcios, mesopotâmicos e chineses, por exemplo, há mais de mil anos a.C já haviam desenvolvido dispositivos mecânicos frutos de um domínio matemático muito singular, seja em sistemas de irrigação, roldanas e manivelas ou conhecimentos topográficos como perímetro, área e volume.

As primeiras noções de medidas partem desse berço de conhecimento humano tão rico e enigmático. A necessidade de

aferição se adequava às limitações tecnológicas de cada época, começando com o uso do próprio corpo como padrão de medida. Os dedos para quantificar, o palmo e o cúbito<sup>18</sup> para dimensionar o comprimento, foram alguns dos primeiros registros de modelos métricos usados na antiguidade.

Mas um grande salto se dá a partir do século 6 a.C, com os jônicos fomentando a abertura de escolas filosóficas na Grécia, tendo em destaque personalidades como Tales de Mileto, Pitágoras de Samos, Platão, Aristóteles de Estagira, Eratóstenes de Cirene, Arquimedes de Siracusa, Hiparco de Nicéia dentre outros nomes de peso da época.

Com a evolução da matemática e o estudo das ciências da natureza, a carência por um sistema métrico que correspondesse à totalidade dos fenômenos naturais emergia com a finalidade de explicar o universo desconhecido à volta, uma vez que os padrões adotados até então eram voláteis devido sua susceptibilidade à autoridade que ocupava o poder político.

Contudo, mudanças se iniciam por volta do 1799, mais precisamente em 22 de junho com a criação de um Sistema Métrico Decimal no período da Revolução Francesa e o depósito de dois padrões de platina, que ilustra o prelúdio do atual Sistema Internacional de Unidades. Após isso, em 1832, Friedrich Gauss trabalhou com afinco na implementação do sistema decimal de

---

<sup>18</sup> distância entre o cotovelo e a ponta do dedo médio.

medidas utilizando as unidades mecânicas: milímetro, grama e segundo para as grandezas comprimento, massa e tempo em seus estudos sobre campo magnético terrestre. Mais tarde, Gauss e Weber passaram a usar uma unidade elétrica ao sistema de medidas conhecido então como MGS.

Não demorou muito para que outros aderissem o sistema estendendo as medidas ao magnetismo e eletricidade. Foi o caso de Maxwell e Thomson em 1860 junto à British Association for the Advancement of Science (BAAS). Em 1874, essa mesma associação introduziu o sistema CGS (centímetro, grama, segundo) utilizando prefixos do micro ao mega, expressando-os em múltiplos e submúltiplos decimais, o que em muito favoreceu o avanço da física experimental.

Em 1875, com a assinatura da Convenção do Metro, foi criado o Bureau Internacional de Pesos e Medidas - BIPM, com a missão de estabelecer padrões fundamentais e escalas de medição das principais grandezas físicas, conservar os protótipos internacionais, efetuando e coordenando comparações de padrões, técnicas de medição e medições de constantes físicas relevantes. Supervisionado pelo Comitê Internacional de Pesos e Medidas - CIPM e sob a autoridade da Conferência Geral de Pesos e Medidas - CGPM, a BIPM passou a promover significativas mudanças no sistema de unidades.

Conforme outras grandezas físicas tinham seus estudos experimentais aprofundados, o sistema CGS começou a se tornar

impróprio devido ao uso dos múltiplos, sendo sugerido pela BAAS e pelo Congresso Internacional de Eletricidade, em 1880, as unidades ohm, volt e o ampere, por melhor se adequar à atividade científica. Não muito tempo depois, em 1889, o CGPM aprovou os primeiros protótipos do metro e do quilograma, bem como construíram um sistema de unidades mecânicas, semelhante ao CGS, só que usando o metro no lugar do centímetro e o múltiplo quilograma no lugar da grama, ficando como MKS.

Em 1901, Giovanni Giorgi, abriu caminho para expansão do sistema de unidades ao propor à Associação Eletrotécnica Italiana acrescentar um parâmetro de medição elétricas às unidades mecânicas. Essa proposta foi fundamental para a criação do Sistema Internacional de Unidades - SI, em 1960, em que a candela, o kelvin e o ampere fossem inseridos como parâmetros métricos para luminosidade, temperatura e intensidade da corrente elétrica, respectivamente, quando aprovado em 1954 pelo 10<sup>a</sup> CGPM. Não obstante, para sanar as discussões entre físicos e químicos, também foi introduzida a unidade mol para quantidade de substância, dando fim ao ciclo de mudanças do sistema de unidades e medidas, consolidando as definições que temos atualmente.

Embora pareça ter sido burocrático as definições de unidades de medida padrão ao longo da história da ciência, hoje conseguimos ver como são importantes para nossa vida diária, pois não é possível observar nada que não seja mensurável e

diretamente relacionado a uma grandeza física com unidade de medida conhecida. Na simples passagem do tempo nos reportamos ao segundo, minutos e horas, nas distâncias percorridas usamos do metro ao quilômetro, relacionado a eletricidade temos grandezas como potência, voltagem, corrente, ou seja, desde as coisas mais simples até as mais complexas vemos a relevância de toda a discussão que nos trouxe até aqui.

Todavia, apesar de estarmos imersos nesse arcabouço de conhecimento, muitas pessoas ainda desconhecem seus significados, definições e por vezes aplicações. A começar pelo próprio conceito de grandeza, que segundo o Vocabulário Internacional de Metrologia - VIM, é definida como “propriedade dum fenômeno dum corpo ou duma substância, que pode ser expressa quantitativamente sob a forma dum número e duma referência” (Vim, 2012, p. 16). Esse conceito apresenta a ideia de que as grandezas podem ser físicas, químicas, biológicas ou de base e derivada, conforme a tabela abaixo.

**Tabela 10** – Exemplos de grandezas físicas, químicas, biológicas, de base e derivada

Natureza das grandezas	Nome (símbolo)
Física	massa ( $m$ ) espaço ( $s$ ) tempo ( $t$ ) intensidade da corrente elétrica ( $i$ ) temperatura termodinâmica ( $T$ ) intensidade luminosa ( $I_V$ )

<b>Química</b>	quantidade de uma substância( $n$ )
<b>Biológica</b>	concentração ( $C$ )
<b>de Base</b>	massa ( $m$ ) espaço ( $s$ ) tempo ( $t$ ) intensidade da corrente elétrica ( $i$ ) temperatura termodinâmica ( $T$ ) intensidade luminosa ( $I_V$ )
<b>Derivadas</b>	área ( $A$ ) volume ( $V$ ) velocidade ( $v$ ) densidade/massa específica ( $\rho$ ) :

Fonte: SI (2012).

Como demonstra a tabela acima, as grandezas físicas constituem a maioria das grandezas de base, sendo apenas uma delas química, assim, as de natureza biológica são na realidade físicas ou químicas de base ou, na grande maioria das vezes, grandezas derivadas como: concentração de hemácias, densidade óssea, potencial de repouso na membrana plasmática, pressão osmótica celular, velocidade do fluxo sanguíneo, etc.

Apesar disso, o significado de algumas grandezas específicas pode assumir conceitos genéricos como é o caso do comprimento, que pode tanto se referir ao raio  $r$  de um círculo  $A$ , portanto,  $r_A$ , como o comprimento de uma onda  $\lambda$ , referente a uma radiação eletromagnética emitida por uma fonte pontual  $D$ , logo  $\lambda_D$ . Por vezes, essas concepções se encontram muito afastadas do

senso comum o que reforça a necessidade de estudo e ensino do tema.

Como colocado pelo Vim, a grandeza é expressa na forma de um numeral e uma referência, podendo ser, esta última, “uma unidade de medida, um procedimento de medição ou um material de referência, ou uma combinação destes” (Vim, 2012, p. 16). A referência da massa, por exemplo, é baseada no protótipo internacional feito de liga metálica de platina-irídio, conservado pelo BIPM nas condições determinadas pela 1ª CGPM em 1889, logo, o quilograma é a unidade de massa; ele é igual a massa do protótipo internacional do quilograma. Já o tempo é uma grandeza que tem por base a quantidade de radiação emitida pelo átomo de césio 133 durante a transição entre dois níveis do estado fundamental; esse valor corresponde a exatos 9 192 631 770 oscilações que equivalem a 1 segundo preciso.

Outra grandeza importante é o comprimento que, segundo 17º CGPM em 1983, tem por definição o comprimento do trajeto percorrido pela velocidade da luz no vácuo durante um curto intervalo de tempo de 1/299 792 458 segundos. Há, entretanto, grandezas que são adimensionais, ou seja, que não possuem unidade, como o índice de refração  $\eta$  e a permeabilidade relativa  $\mu_r$ , que possuem dimensão um (SI, 2012, p. 24-25).

Vale lembrar que a maioria significativa das grandezas definidas no SI são derivadas, muitas inclusive possuem unidades fundamentais como a unidade de potência que no

sistema métrico é denominado de watt ( $W$ ), a unidade de força, chamado de newton ( $N$ ), a unidade de carga elétrica denominada de coulomb ( $C$ ), dentre vários outros que podem ser identificados na tabela a seguir.

**Tabela 11** – Grandezas e unidades de base e derivadas no SI com seus nomes, símbolos e expressões

Grandezas de base		Unidade de base do SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
comprimento	$l, x, r, etc.$	metro	$m$
massa	$m$	kilograma	$kg$
tempo, duração	$t$	segundo	$s$
corrente elétrica	$I, i$	ampére	$A$
temperatura termodinâmica	$T$	kelvin	$K$
quantidade de substância	$n$	mol	$mol$
intensidade luminosa	$I_V$	candela	$cd$
Grandeza derivada		Unidade derivada coerente do SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
área	$A$	metro quadrado	$m^2$
volume	$V$	metro cúbico	$m^3$
velocidade	$v$	metro por segundo	$m/s$
aceleração	$a$	metro por segundo ao quadrado	$m/s^2$
número de ondas	$\sigma, \tilde{\nu}$	metro elevado à potência menos 1	$m^{-1}$
densidade, massa específica	$\rho$	kilograma por metro cúbico	$kg/m^3$

densidade superficial	$\rho_A$	kilograma por metro quadrado	$kg/m^2$
volume específico	$v$	metro cúbico por kilograma	$m^3/kg$
densidade de corrente	$j$	ampere por metro quadrado	$A/m^2$
campo magnético	$H$	ampere por metro	$A/m$
concentração de quantidade de substância	$C$	mol por metro cúbico	$mol/m^3$
concentração mássica	$\rho, \gamma$	kilograma por metro cúbico	$kg/m^3$
luminância	$L_V$	candela por metro quadrado	$cd/m^2$
índice de refração	$n$	um	1
pressão	$P$	pascal	$Pa$ ou $N/m^2$ ou $m^{-1} kg s^{-2}$
energia, trabalho, quantidade de calor	$Q, W$	joule	$J$ ou $N m$ ou $m^2 kg s^{-2}$
diferença de potencial, força eletromotriz	$U$	volt	$V$ ou $W/A$ ou $m^2 kg s^{-3} A^{-1}$
força	$F$	newton	$N$ ou $m kg s^{-2}$
potência	$P$	watt	$W$ ou $J/s$ ou $m^2 kg s^{-3}$
frequência	$f$	hertz	$Hz$ ou $s^{-1}$
carga elétrica	$e$	coulomb	$s A$
resistência elétrica	$R$	ohm	$\Omega$ ou $V/A$ ou $m^2 kg s^{-3} A^{-2}$
⋮	⋮	⋮	⋮

Fonte: SI (2012).

Como se não bastasse, a representação numérica de uma grandeza pode ser expressa em valores elevados como pequenos, principalmente se tratando da escala em que o fenômeno é observado. Semelhante ao que já foi colocado, o comprimento é uma grandeza que pode ser aplicada na medida da distância da Terra à Lua bem como a distância do núcleo atômico à camada de valência de um átomo qualquer, tendo como discrepância apenas o fator de escalas. Tendo em vista esse aspecto, o SI também adotou um sistema de potências que representam prefixos com múltiplos e submúltiplos a fim de sistematizar a escrita desses números, compreendendo-os de  $10^{-24}$  à  $10^{24}$ , conforme a tabela abaixo.

**Tabela 12 – Prefixos do SI<sup>19</sup>**

fator	nome do prefixo	símbolo	fator	nome do prefixo	símbolo
$10^1$	deca	<i>da</i>	$10^{-1}$	deci	<i>d</i>
$10^2$	hecto	<i>h</i>	$10^{-2}$	<b>centi</b>	<i>c</i>
$10^3$	<b>kilo</b>	<i>k</i>	$10^{-3}$	<b>mili</b>	<i>m</i>
$10^6$	<b>mega</b>	<i>M</i>	$10^{-6}$	<b>micro</b>	$\mu$
$10^9$	<b>giga</b>	<i>G</i>	$10^{-9}$	<b>nano</b>	<i>n</i>
$10^{12}$	tera	<i>T</i>	$10^{-12}$	<b>pico</b>	<i>p</i>
$10^{15}$	peta	<i>P</i>	$10^{-15}$	femto	<i>f</i>
$10^{18}$	exa	<i>E</i>	$10^{-18}$	atto	<i>a</i>
$10^{21}$	zetta	<i>Z</i>	$10^{-21}$	zepto	<i>z</i>
$10^{24}$	yotta	<i>Y</i>	$10^{-24}$	yocto	<i>y</i>

Fonte: SI (2012).

<sup>19</sup> Os prefixos mais utilizados aparecem em negrito

O uso do sistema de prefixos é uma ferramenta de ajuda a escrever o número de modo mais simples, dado que 380 000, a distância média entre a Terra e a Lua em quilômetros, pode ser escrito como  $3,8 \times 10^5 \text{ km}$  e 0,000000005, dimensão aproximada do raio do átomo de hidrogênio em cm, na forma  $5 \times 10^{-9} \text{ cm}$ . Com efeito, o uso dos prefixos descreve a notação científica como escrita numérica compreendendo apenas os algarismos significativos que são aqueles que apresentam maior precisão em uma medida como apresentado no subcapítulo anterior.

CAPÍTULO

5



## O PRODUTO EDUCACIONAL

## **O PRODUTO EDUCACIONAL**

### **Caracterização escolar**

A Escola Estadual de Tempo Integral Professora Isabel Barbosa Vieira está localizada na Rua Praia de Maracajaú, S/N, no Conjunto Esquina do Brasil da cidade de Touros-RN. Funcionando desde 2002, a escola vem passando por mudanças que vão desde a oferta de turno até o currículo. Iniciando seus trabalhos com 04 turmas nos turnos matutino e vespertino, a escola oferecia o Ensino Médio Regular – EMR, até que em 2011, passou a funcionar no período noturno com a modalidade EJA – Educação de Jovens e Adultos, também com 04 turmas. No ano de 2017 transitou do EMR no matutino e vespertino para o antigo PROEMI – Programa Ensino Médio Inovador na modalidade Semi-Integral, sem impactar no funcionamento da EJA no noturno. A mudança mais drástica ocorreu em 2019 quando passou a ofertar Ensino Médio Integral, perdendo cerca de 330 matrículas, deixando de atender alunos da EJA e 03 turmas do diurno. Apesar de ter iniciado a nova modalidade com 05 turmas, devido a crescente demanda, a escola abriu mais uma turma e atualmente funciona com 6 turmas, duas de cada série.

Apesar de estar localizada na área urbana da cidade, a escola atende majoritariamente alunos da zona rural do município, como os distritos de Santa Luzia, Cajueiro, Boa Cica, Lagoa do Sal, Cana Brava, Vila Assis e Boqueirão. Priorizando matrículas em situação de vulnerabilidade social e sem distorção idade-série, atualmente possui 198 estudantes, entre 14 aos 18 anos de idade.

A estrutura física e a equipe técnica-profissional estão listadas na Tabela 13 abaixo.

**Tabela 13 – Estrutura física da escola**

<b>AMBIENTE</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Sala de aula	06
Laboratório de Ciências da Natureza	01
Laboratório de Informática	01
Sala de Professores	01
Biblioteca	01
Secretaria	01
Banheiros	07
Cozinha	01
Diretoria	01
Almoxarifado	01
Sala Administrativa	01
Dispensa	03
Refeitório (Salão)	01
Coordenação Pedagógica	01
Guarita	01

**Fonte:** Dados elaborados pelo autor (2024).

É relevante citar que a sala da coordenação pedagógica se encontra dentro da sala dos professores em uma repartição interna. Outro destaque é a divisão dos banheiros, que apenas dois se encontram à disposição dos estudantes, com cada um contendo 03 divisórias com para vasos sanitários sendo 01 deles com acessibilidade e 04 divisórias para banho. Na sala dos professores e secretaria também há dois banheiros, com exceção do único banheiro para a equipe de apoio.

**Tabela 14 – Equipe técnica-profissional da Escola**

CARGO	QUANTIDADE
Diretor	01
Vice-diretor	01
Coordenação Administrativa-Financeira	01
Coordenação Pedagógica	01
Suporte Pedagógico	02
Secretário	01
Bibliotecário	0
Porteiro	02
Auxiliar de Serviços Gerais	05
Cozinheiro(s)	07
Professores	10

**Fonte:** Dados elaborados pelo autor (2024).

A escola dispõe de uma estrutura conservada, com a maioria dos espaços de convivência climatizados, mobiliados e equipados com sistema de som e projeção de vídeo. Todavia, o laboratório de informática está adaptado com 18 desktops e o laboratório de ciências da natureza não está adequado à

realização das práticas apesar de possuir os materiais armazenados e organizados em armários.

### **O perfil dos estudantes**

Os estudantes das primeiras séries A e B foram os escolhidos para aplicação do produto educacional. As duas turmas possuem uma heterogeneidade com relação às origens acadêmicas, condições socioeconômicas e de moradia. A turma da 1ª série A possui maior parte de alunos oriundos da rede pública de ensino, em situação de vulnerabilidade social e da zona rural, portanto, dependente de transporte escolar para locomoção. A outra turma apresenta indicadores antagônicos. Neste trabalho, a identidade dos estudantes será preservada e usaremos a codificação alfanumérica para se referir a estes, quando necessário.

Vale salientar que nas escolas da rede pública do município, não há professores formados em física ou química nas turmas de 6º a 9º, geralmente são professores licenciados em biologia ou mesmo pedagogos, e por vezes os alunos entram no ensino médio sem referências dos objetos de estudo da física.

## Metodologia

Este trabalho está baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, por entender que o produto educacional utiliza o conhecimento existente dos alunos e a experiência dos estudantes quanto aos princípios e fenômenos do esporte para desenvolver conceitos e compreender o objetivo de aprendizagem pretendido, bem como a teoria sociocultural de Vygotsky por compreender o potencial aprendizagem na atividade coletiva, pela troca de experiências na relação entre alunos e professor permitir o desenvolvimento de habilidades e competências explorando a ZDP, ao considerar que o estudante tem um conceito e tem consciência do objeto para o qual o conceito aponta, apesar de desconhecer sua atividade de pensamento (Moreira; Masini, 1982; Gaspar; Monteiro, 2005; Vygotsky, 1991, 2000). Também se apropria da abordagem interdisciplinar por conceber o conhecimento numa visão mais ampla e integrada com outras áreas do saber (Japiassu, 1976).

Para tanto, como estratégia de ensino foi elaborada uma Sequência Didática – SD – disposta na forma impressa para os estudantes e apresentada nos moldes de um capítulo de livro didático. Vale ressaltar que também há uma versão do material impresso para o professor contendo as orientações didáticas para condução das aulas. A sequência relaciona diretamente as grandezas tempo e espaço nas modalidades esportivas e trabalha

as noções de cálculo estatístico para ensinar as ideias de Algarismos significativos e erros da medida. Esta SD se encontra estruturada em 06 encontros, distribuídos em 11 aulas de 50min, utilizando a metodologia de aula dialogada, expositiva, com práticas experimentais e atividades escritas. As atividades consistem em leituras, discussão em grupo, resolução das perguntas dirigidas no material entregue, práticas experimentais e cálculos e gráficos, usando os dados obtidos.

Por ser aplicado em duas turmas diferentes, a dinâmica de execução não necessariamente ocorreu nos 06 encontros propostos, principalmente devido alguns fatores externos como falta de transporte, alimentação, dentre outros, que acabaram inviabilizando o cumprimento do planejamento no prazo pretendido.

## **O produto Educacional e as fases de mediação**

### **a) ENCONTRO 1**

**Objetivos:** ao final desta aula o aluno será capaz de:

- Compreender o conceito de grandeza e unidade de medida;
- Associar várias unidades de medida a uma mesma grandeza;
- Associar as unidades de medida aos símbolos utilizados no Sistema Internacional de Unidades – SI;

- Distinguir instrumentos de medição da unidade de medida;

- Compreender a importância da padronização de medidas;

- Entender o conceito de frequência absoluta.

Procedimento Metodológico: No primeiro momento da aula, realizamos uma breve apresentação da proposta de aulas que se pretendia aplicar e as habilidades em foco que seriam adquiridas ao longo da SD. Após esse momento, os alunos responderam a uma avaliação prévia<sup>20</sup> para diagnosticar o nível de conhecimento sobre os objetos de estudo para fins de comparar com a resposta ao final da aplicação das aulas. Passada essa etapa, dialogamos sobre a presença das grandezas e suas unidades de medida em situações comuns do dia a dia a fim de aproveitar a oportunidade e definir o conceito de ambas. Para tanto, realizamos coletivamente a leitura do material e utilizamos o Brainstorm para captar dos estudantes outros tipos de grandezas e suas respectivas unidades de medida.

---

<sup>20</sup> Procurar nos apêndices.

Figura 4 – Capa e primeira página do material

**FIS** Sequência Didática do Aluno  
**Introdução à Física**  
Grandezas, medidas e teoria das forças.  
Ensino Médio

Britney Reese acerta dois dos seis saltos e conquista o ouro olímpico. (Foto: Agência Reuters)

**Habilidade FOCO**  
Elaborar e utilizar modelos científicos, de acordo com o conhecimento científico, para explicar fenômenos e regular a natureza, de modo a estabelecer relações entre conceitos e grandezas físicas, considerando as condições de aplicação e as limitações de cada modelo.

**INFORMAÇÃO** Para estabelecer um modelo científico, é necessário que o modelo seja capaz de explicar os fenômenos observados e prever resultados experimentais. Além disso, o modelo deve ser capaz de estabelecer relações entre grandezas físicas, considerando as condições de aplicação e as limitações de cada modelo.

**INFORMAÇÃO** Para estabelecer um modelo científico, é necessário que o modelo seja capaz de explicar os fenômenos observados e prever resultados experimentais. Além disso, o modelo deve ser capaz de estabelecer relações entre grandezas físicas, considerando as condições de aplicação e as limitações de cada modelo.

**INFORMAÇÃO** Para estabelecer um modelo científico, é necessário que o modelo seja capaz de explicar os fenômenos observados e prever resultados experimentais. Além disso, o modelo deve ser capaz de estabelecer relações entre grandezas físicas, considerando as condições de aplicação e as limitações de cada modelo.

**Fonte:** Rio 2016.

**FIS** **Introdução à Física**  
Grandezas, medidas e teoria das forças.

Ensino Médio

**Introdução à Física: situações em que as medidas são importantes.**

**PONTO DE PARTIDA**  
Em nosso dia a dia costumamos nos deparar com situações em que tudo apresenta uma certa medida bem definida, seja um relógio marcando 12 horas, uma trena de fim indicando o comprimento de um lote de terra de 20x x 30x ou mesmo um carro de fórmula 1 que atinge 300 km/h em uma corrida transmitida pela TV. Essas medidas fazem parte de um conjunto de padrões usados para compreender melhor as grandezas físicas aplicadas na vida em sociedade e no estudo dos fenômenos da natureza.

**Meus seus pelextos**

**MEU SABIA?**  
É interessante observar como tudo aquilo que pode ser mensurado pode ser dividido em unidades. Nesse caso, a grandeza física que se trata é o tempo, indicando quanto tempo a grandeza contém a unidade.

Nas práticas esportivas, os tempos das grandes competições e jogos são fundamentais para se estabelecerem os vencedores de cada modalidade.

**Agora responda:**  
Você já viu alguma situação no esporte onde os cronômetros ou cronômetros de segundo contribuíam para determinar quem ganhou uma prova olímpica? Se sim, conte-me! Caso nunca tenha visto procure e registre aqui o fato.

**Para LEMBRAR**  
Para cada grandeza existe uma ou mais unidades de medida, como para distância temos metro ou parca, ou ainda, para tempo temos o segundo, ou minuto, hora, dia, etc. Todavia, todas as unidades estão associadas de alguma forma.

**Atividade** Sistema Internacional de Unidades  
Historicamente, as unidades de medida mudaram de padrão constantemente. Uma das correções adotadas para unidade de medida foi CGS (centímetro-grama-segundo), bem como o MKS (metro – quilograma – segundo) que impulsiona o SI.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Após essa discussão, apresentamos brevemente as diferentes formas de medir grandezas ao longo da história e a importância da padronização física do CGS (centímetro-grama-segundo) e o próprio SI. Convidamos os alunos a explorar o *Quadro Geral de Unidades de Medida do Brasil* elaborado pelo INMETRO, através do QR Code disponível no material. Em seguida, reforçamos as grandezas e respectivas unidades de medida no SI e orientamos os alunos para que discutissem em pequenos grupos e respondessem individualmente em seus materiais sobre práticas esportivas e as grandezas e unidades de medida associadas. Por fim, os alunos responderam outras

perguntas com o objetivo de perceberem que as grandezas mais frequentes nos esportes eram espaço e tempo.

**Figura 5 – Segunda página do material, QR Code e atividade**

Chamado de Sistema Internacional de Unidades – SI, esse, por sua vez, detalhou as grandezas físicas em função de outras unidades que não fossem de massa, comprimento e tempo, estabelecendo os seguintes padrões:

Grandezas	Unidades	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	grama	g
Tempo	segundo	s
Intensidade da corrente	ampere	A
Temperatura Termodinâmica	kelvin	K
Intensidade luminosa	candela	cd
Quantidade de matéria	Mol	mol

Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA



Do acesso: <https://ineq.com.br/lebraji>

Tabela 1 – Unidades do SI

**PARTE 1 – Discussão Inicial**

a) Reconhecendo as grandezas e suas respectivas unidades de medida, liste aqui pelo menos 7 esportes e as grandezas e unidades envolvidas para definição dos vencedores.

Práticas esportivas	grandezas	unidade

b) Há alguma grandeza que aparece com mais frequência? Qual?

\_\_\_\_\_

c) Qual(s) da Tabela 1 não aparecem nessas práticas esportivas?

\_\_\_\_\_

**Para REPLETIR** – Se trabalhar em uma versão de 100 minutos considere também a leitura e reflexão no mesmo segmento. Mas a ser utilizada, considere a hora inteira para a atividade. É uma ferramenta de apoio, não substitui a sua boa prática de planejamento.

Partindo da situação descrita acima, a necessidade de verificar os milímetros no instrumento de medida usado é o único caminho para o descarte e o vencedor da prova. Mas como saber se o instrumento realmente é confiável para tirar essa dúvida? Assim, vamos partir da premissa de que existem algarismos precisos na medida e algarismos duvidosos.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

É importante lembrar que, os alunos foram orientados a formarem grupos para a atividade prática que se daria na aula seguinte, sendo também instruídos a trazerem roupas adequadas para a referida atividade.

## b) ENCONTRO 2

Objetivos: ao final desta aula o aluno será capaz de:

- Compreender o conceito de algarismos significativos e duvidosos de uma medida realizada;

- Analisar a precisão das medidas de tempo;
- Entender o conceito e a importância do tempo de reação;
- Compreender as definições de média aritmética, desvio e desvio padrão;
- Utilizar corretamente as fórmulas de média aritmética, desvio e desvio padrão.

Procedimento Metodológico: Retomando a discussão da aula anterior, iniciamos uma provocação com a leitura da pergunta na caixa PARA REFLETIR para introduzir a ideia de precisão dos instrumentos de medida e em seguida iniciar a atividade prática experimental usando a corrida de 30 metros como estratégia didática. Havendo conseguido o campo de futebol próximo a escola, deslocamos os estudantes para o espaço, realizando as demarcações no campo e dando as instruções para a formação dos grupos e formas de realizarem os registros das medidas de tempo no cronômetro e no material.

**Imagem 1 e 2 – Organização das raias e grupos para atividade prática experimental**



Fonte: GUEDES, U. H. S. (2023).

Após a prática os estudantes foram direcionados para a sala a fim de realizar os cálculos com seu respectivo grupo. Durante esse momento, não foi possível estar com eles para orientá-los em caso de dúvida, pois houve a necessidade de separar a turma em dois para realizar a atividade. Sendo assim, apenas no Encontro 3 foi possível tirar as eventuais dúvidas encontradas durante a execução da tarefa.

**Imagem 3 e 4 – Orientação dos para realização dos registros e tiro**



Fonte: GUEDES, U. H. S. (2023).

**c) ENCONTRO 3**

Objetivos: ao final desta aula o aluno será capaz de:

- Compreender o significado dos valores numéricos encontrados nos cálculos;
- Analisar a estimativa de erro das medidas realizadas.

Procedimento Metodológico: Por algumas limitações de tempo, os estudantes precisaram finalizar os cálculos em sala de aula, havendo a necessidade de tirar algumas dúvidas. Após isso, discutimos quais as principais dificuldades na realização da

atividade prática e depois iniciamos as provocações pertinentes aos erros da medida, a necessidade de retirar o tempo de reação da medida para chegar a um valor mais preciso, bem como a importância da média aritmética, do desvio e desvio padrão. Também foi questionado sobre as respostas que eles colocaram nas perguntas dirigidas no material sobre a atividade, aproveitando para fomentar ainda mais a compressão dos algoritmos significativos, imprecisão do instrumento de medição e erro da medida. A participação dos estudantes nesse momento foi muito relevante para consolidar os objetivos pretendidos para o encontro.

**Figura 6 – Terceira e Quarta página do material, QR Code e Atividade Prática**

Descreva um processo de medição de uma grandeza, sempre nos deparando com uma variedade de imprecisões, seja o fator humano no momento da medição ou uma limitação no instrumento utilizado.

Feçamos um teste.

**Atividade** - Introdução à teoria dos erros

**ATIVIDADE PRÁTICA 1: Corrida de 30 metros**

M a 1 e r 14 h

82 estudantes por grupo/semáforo com app cronômetro;

- Trava fixa de 30 metros;

Após:

- Contar para registro dos tempos marcados.
- Formado grupo de 3 pessoas, definam quais componentes irão fazer a medição do tempo em uma corrida de 30 metros e qual irá permanecer o traço delimitado pelo professor.
- Os 02 cronômetros deverão estar posicionados na linha de chegada (00 m). Ao início marcado pelo professor o cronômetro iniciará para cada aluno como os 30 metros, enquanto os demais marcam o tempo de corrida simultaneamente.
- Esses procedimentos deverão ser feitos 3 vezes sucessivas e mesmo cronômetro e os marcadores do tempo de corrida. Após cada corrida, as medidas devem ser registradas na tabela abaixo a fim de comparar as medidas realizadas pelos marcadores. Importante que cada cronômetro registre as mesmas informações em seu manual (SIS).

	1ª Corrida	2ª Corrida	3ª Corrida
Contador 1 (C <sub>1</sub> )			
Contador 2 (C <sub>2</sub> )			

Após registro:

- Os 2 tempos marcados foram os mesmos em cada marcação?
- Sim ( ) Não ( )
- Se não, porque teve ach que isso aconteceu?

---

Se fosse para escolher uma das medidas, qual escolheria? Porquê?

---

El que medida poderia ser tomada para que o cronômetro um valor mais preciso com base nas medidas já realizadas?

---

**REFLETIR**

Quando se mede uma grandeza, sempre nos deparamos com uma variedade de imprecisões, seja o fator humano no momento da medição ou uma limitação no instrumento utilizado. Feçamos um teste. Introdução à teoria dos erros. Atividade Prática 1: Corrida de 30 metros. M a 1 e r 14 h. 82 estudantes por grupo/semáforo com app cronômetro; Trava fixa de 30 metros; Após: Contar para registro dos tempos marcados. Formado grupo de 3 pessoas, definam quais componentes irão fazer a medição do tempo em uma corrida de 30 metros e qual irá permanecer o traço delimitado pelo professor. Os 02 cronômetros deverão estar posicionados na linha de chegada (00 m). Ao início marcado pelo professor o cronômetro iniciará para cada aluno como os 30 metros, enquanto os demais marcam o tempo de corrida simultaneamente. Esses procedimentos deverão ser feitos 3 vezes sucessivas e mesmo cronômetro e os marcadores do tempo de corrida. Após cada corrida, as medidas devem ser registradas na tabela abaixo a fim de comparar as medidas realizadas pelos marcadores. Importante que cada cronômetro registre as mesmas informações em seu manual (SIS).

**SCAN ME**

QR Code

De onde? **IBAMA** **RAMMUS LIBRARY**

**LEMBRAR** Sempre de alguma quantidade não há dúvida de se quantidade de conversão para obter o seu grande número de contagem. O erro de medição pode ser devido a uma grande variedade de causas e o erro de medição pode ser devido a uma grande variedade de causas e o erro de medição pode ser devido a uma grande variedade de causas.

Para chegarmos então a uma medida mais próxima da contagem do tempo, faça uma média aritmética dos tempos de reação de cada contador e em seguida calcule uma média do tempo medido em cada corrida.

Tempo de reação (F<sub>1</sub>)

$$F_1 = \frac{F_{11} + F_{12} + F_{13} + F_{14} + F_{15}}{5}$$

Média dos tempos de reação (F<sub>2</sub>)

F <sub>1</sub> (C <sub>1</sub> )	
F <sub>1</sub> (C <sub>2</sub> )	

**Atenção!** Sempre registre o valor de cada contagem realizada no tempo inicial com o valor de cada medida de reação de cada contador.

**Substituição das Contagens pela média do tempo de reação**

	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
1ª Corrida	F <sub>1</sub> - F <sub>2</sub> (F <sub>1</sub> )	F <sub>2</sub> - F <sub>2</sub> (F <sub>2</sub> )
2ª Corrida		
3ª Corrida		

o. Agora efetue a média aritmética simples dos resultados das corridas 1 e 2 para encontrar um valor que melhor represente o tempo de corrida em cada tratamento.

Média dos resultados das contagens

1ª Corrida	F <sub>1</sub>
2ª Corrida	F <sub>2</sub>
3ª Corrida	F <sub>3</sub>

Equações de Média Aritmética Simples

$$F_1 = \frac{F_{11} + F_{12} + F_{13} + F_{14} + F_{15}}{5}$$

**Atenção!** Não o que isso Significa?

- Se F<sub>1</sub>(C<sub>1</sub>) com erro de 10 milis de tempo de r e a (de do Cont a dar 1)
- Se F<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>) com erro de 10 milis de tempo médio de r e a (de do Cont a dar 1)

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Como a atividade seguinte também era prática, os estudantes receberam a mesma orientação para formação de grupos e roupas adequadas para a referida atividade.

#### d) ENCONTRO 4

Objetivos: ao final desta aula o aluno será capaz de:

- Compreender a limitação de precisão dos instrumentos de medida;
- Analisar a estimativa de erro das medidas realizadas;
- Utilizar corretamente as fórmulas de média aritmética, desvio e desvio padrão.

Procedimento Metodológico: Havendo previamente instruídos os alunos sobre a atividade prática, conduzimos os estudantes ao espaço externo da escola para organização da atividade e orientação dos grupos quanto aos registros a serem realizados. Ao longo da atividade, os grupos foram questionados sobre a escala da fita trena usada na aula, pois esta possuía 4 traços entre cada centímetro e isso implicava uma imprecisão nos registros de medida. Essa discussão foi pertinente para aprofundar a discussão iniciada na atividade anterior sobre o tempo e preparar a que seria feita no próximo encontro.

## Figura 7 – Quinta página do material e Atividade Prática

g) Analisando o processo de tratamento dos tempos medidos e a média final encontrada, você acha que o resultado representa o valor mais preciso dos tempos de corrida? Por quê?

---

**🔍 PARA SABER?** Seguindo o procedimento, erro significa a diferença entre o valor medido e o valor real ou padrão. No cálculo de erro, o erro medido é o valor de desvio ou discrepância ( $d$ ). Esse erro pode ser representado graficamente por  $d = x_i - \bar{x}$ . Onde  $d$  é o desvio,  $x_i$  é o valor medido,  $\bar{x}$  é o valor de referência e  $\bar{x}$  o valor médio.

h) Escreva qual o desvio/discrepância dos tempos medidos no início da atividade e o valor médio encontrado no item G? Qual o significado desse resultado?

Cálculo do Desvio/Discrepância			
	$d_1 = C_1 - \bar{x}_n$	$d_2 = C_2 - \bar{x}_n$	
1ª Corrida			$C_n - \bar{x}_1$
2ª corrida			$C_n - \bar{x}_2$
3ª corrida			$C_n - \bar{x}_3$

---

**🔍 PARA REFLETIR?** Errores de medição constantes, quando se tem um erro de um valor específico, podem ser corrigidos através do desvio padrão para obter o valor de referência da medida, permitindo a representação da medida como um intervalo a partir da medida que tem uma medida de referência que mede um processo de 5.0m, o desvio padrão segundo o erro 0.5 cm, representando o erro máximo da seguinte forma:  $(5.0 \pm 0.5) m$ . De forma gráfica, qualquer grandezas físicas podem ser escrita na forma  $(x \pm \delta) m$ . Onde  $x$  é o valor medido,  $\delta$  é o erro máximo e  $m$  é uma unidade. Nesse procedimento o desvio padrão indica o nível de precisão e incerteza da medida realizada. A sua representação gráfica é dada pela por  $\sigma = \frac{\sum d_i^2}{n}$ , onde  $d_i$  é a soma dos desvios,  $n$  é a quantidade de desvios contados.

i) Calcule o desvio padrão de cada corrida e em seguida represente o algoritmo preciso e a respectiva inspeção da medida do tempo.

	Desvio padrão	Representação da medida e estimativa de erro
1ª Corrida		
2ª corrida		
3ª corrida		

**🔍 Exemplo** Cálculo de desvio padrão:  
 Suponha os seguintes números:  $d_1 = 0.40$ ,  $d_2 = 0.42$ .  
 Onde  $d = 0.40^2 + 0.42^2 = 0.34$ .  
 Então:  $d_1 + d_2 = 0.16 + 0.18 = 0.34$ .  
 Se temos 2 desvios,  $n = 2$ . Logo  $\sigma = \frac{0.34}{2} = 0.17 \Rightarrow \sigma = \pm 0.412$ .  
 Esse resultado do desvio padrão representa a estimativa de erro da medida.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

## Imagem 5 e 6 – Alunos realizando os saltos e as medições



Fonte: GUEDES, U. H. S. (2023).

Seguindo o mesmo procedimento da atividade anterior, os estudantes após a prática se dirigiam à sala para realizar os cálculos e construção do gráfico e da mesma maneira, não foi

possível orientá-los em casos de dúvida por precisar conduzir a atividade para os demais grupos.

#### e) ENCONTRO 5

Objetivos: ao final desta aula o aluno será capaz de:

- Compreender o significado dos cálculos realizados;
- Analisar a estimativa de erro das medidas realizadas;
- Construir e interpretar corretamente um histograma.

Procedimento Metodológico: Para iniciar a aula, retomamos a discussão sobre a precisão de medida, limitação do instrumento de medição e conseqüentemente sobre Algarismos significativos. Após reforçar os conceitos inerentes a essas questões, perguntamos se ainda havia dúvidas sobre a realização dos cálculos de média aritmética e desvio bem como na montagem do histograma, onde a maioria dos grupos, pela experiência da atividade anterior, não tiveram dificuldade, assim como no histograma, por haver um modelo no material, conseguiram reproduzir bem o gráfico deles. Por fim, realizamos as indagações dirigidas no material sobre a prática experimental, aproveitando para reforçar os conceitos e habilidades propostas no produto.

## Figura 8 – Sexta e sétima página do material, atividade prática e avaliação da aula

**Atividade 3 – Vamos voltar ao início?**  
**ATIVIDADE PRÁTICA 2: Salto em distância – medida dos saltos**

**Material:**  
 - Trena fixa de 30 metros/Trena de 3 ou 5 metros.  
 - Caixa para registro dos tempos marciais.

Formando grupos de 3 pessoas, definam entre si a ordem da quem irá fazer o salto, a medida da distância e a anotação no primeiro momento.

Dada as orientações pelo professor para realização da atividade, um dos estudantes do grupo deve realizar o salto, outro deve medir com a trena fixa e o outro registrar a medida dos saltos na tabela abaixo a fim de realizar os cálculos de precisão como na prática anterior. Importante: que cada estudante registre as mesmas informações em seu material (SD).

Esse procedimento deve ser feito 3 vezes realizando os mesmos procedimentos de grupo.

	1º Salto ( $x_1$ )	2º Salto ( $x_2$ )	3º Salto ( $x_3$ )
Estudante 1			
Estudante 2			
Estudante 3			

**Agora responda:**  
 a) Qual o salto mais distante?  
 1º salto     2º salto     3º salto  
 Estudante 1     Estudante 2     Estudante 3  
 b) Algum salto realizado coincide na medida?  
 Sim  Não   
 c) O que você acha que contribuiu para a realização de um salto mais distante?  
 maior velocidade     pousa mais longa     treinamento  
 outro: \_\_\_\_\_  
 d) Se fosse para escolher uma das medidas, qual escolheria? Porque?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Houve alguma dificuldade de medição da distância do salto durante o treinamento? Se sim, diga qual.

D) Encontre a distância média dos saltos  $\bar{x}$  realizado por cada estudante calculando uma média aritmética simples. Procure a tabela abaixo e siga as instruções do professor e do modelo da equação a seguir.  
 Considere  $x_1$  o 1º salto,  $x_2$  o 2º salto e  $x_3$  o 3º salto.

Média dos saltos ( $\bar{x}$ )	
Estudante 1 ( $\bar{x}_1$ )	
Estudante 2 ( $\bar{x}_2$ )	
Estudante 3 ( $\bar{x}_3$ )	

**Equação de Média Aritmética Simples**  

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

2) Construa um histograma com os dados dos 9 saltos indicando a posição da média dos saltos conforme o modelo abaixo.

b) Encontre o desvio-discrrepância entre as distâncias médias e a valor médio ocorrido no item 107

Cálculo do Desvio/Discrrepância			
$d_1 = x_1 - \bar{x}_{22}$	Estudante 1	Estudante 2	Estudante 3
$d_2 = x_2 - \bar{x}_{22}$			
$d_3 = x_3 - \bar{x}_{22}$			
$d_4 = x_4 - \bar{x}_{22}$			

c) Calcule o desvio padrão de cada estudante e em seguida represente o algoritmo preciso e a respectiva interpretação da medida da distância.

	Desvio padrão	Representação da medida e estimativa de erro
Estudante 1		
Estudante 2		
Estudante 3		

**Avaliação da Aula**  
 Agora é a sua vez de contribuir no aperfeiçoamento dessa proposta didática. Acesse o link ou QR Code e dê sua opinião sobre essa aula.

Ou acesse:  
<https://mz-qr.com/JXZ19Dh>

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

### f) ENCONTRO 6

Objetivos: ao final desta aula o aluno será capaz de:

- Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;

- Fazer estimativas, realizar ou interpretar medidas e escolher procedimentos para caracterização de fenômenos físicos em situações reais;

- Utilizar, quando necessário, a notação científica para expressar uma medida, compreendendo as noções de algarismos significativos e algarismos duvidosos, e reconhecendo que toda medida é inevitavelmente acompanhada de erro.

Procedimento Metodológico: Iniciamos a aula agradecendo aos estudantes pela participação e colaboração na execução do produto e solicitamos a seriedade para responder ao questionário avaliativo para medir o alcance dos objetivos pretendidos e a autoavaliação para ponderar os resultados alcançados. As perguntas e respostas das avaliações e atividades desta SD serão discutidas no próximo capítulo. Em média, participaram ativamente das atividades propostas do produto educacional apenas 55 alunos, principalmente por questões relacionadas à evasão, transporte e alimentação escolar.

CAPÍTULO

6



## RESULTADO DA DISCUSSÃO

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iniciaremos esse capítulo apresentando os dados da avaliação diagnóstica confrontando com a avaliação final da aula bem como algumas respostas apresentadas ao longo das atividades para pontuar situações de relevante discussão.

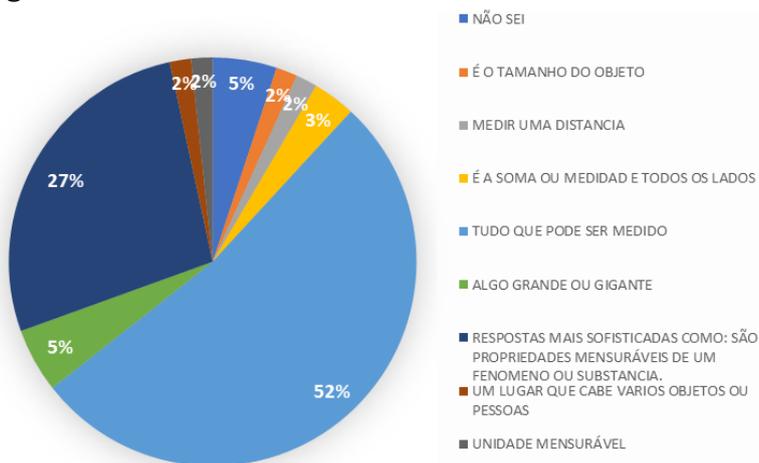
Como citado na metodologia, iniciamos a aplicação do produto educacional com uma avaliação diagnóstica, em que vale ressaltar uma observação: o assunto sobre grandezas e medidas já havia sido contemplado no planejamento do professor de matemática no 1º bimestre do ano letivo de 2023, entre março e o início de junho<sup>21</sup>, acreditamos que isso tenha sido fundamental para a emissão de algumas respostas na fase inicial da aplicação da SD.

Ao serem perguntados sobre o significado de grandeza, 52% dos 59 estudantes responderam se tratar de algo que pode ser medido, conforme a síntese organizada no gráfico de setores abaixo.

---

<sup>21</sup> No ano de 2023, a escola teve o início de seu ano letivo em 06 de março. Porém devido a adesão ao movimento de greve dos professores da rede estadual e a paralisação devido a insegurança em todo o estado, em virtude da guerra de facções, no período entre 10 e 31 de março, o 1ª bimestre foi estendido até 12 de junho.

**Gráfico 5 – Avaliação diagnóstica: pergunta sobre o significado de grandeza**

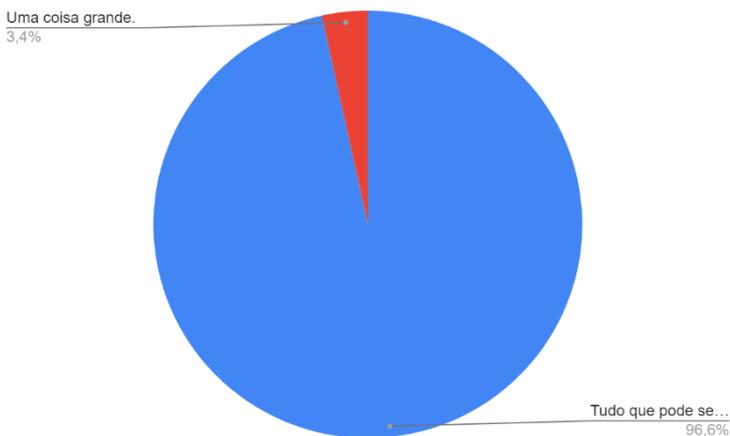


Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Apesar disso, poderíamos considerar outras respostas como aceitáveis, a saber os 27% que escreveram respostas mais elaboradas como: são propriedades mensuráveis de um fenômeno ou substância, grandeza pode ser definida como a qualidade ou estado de algo, ou ainda pode se referir a algo que é grande em tamanho, importância, magnitude ou excelência. Dessa forma, somando os percentis temos 79% dos estudantes com uma compreensão coerente do conceito de grandeza. Quando comparado com a avaliação realizada no final da SD, temos um aumento significativo de respostas corretas, correspondendo a 96,6 % dos estudantes. Um destaque se faz necessário na análise desse ponto, enquanto na Avaliação

diagnóstica as respostas eram de livre escrita, na avaliação final foram objetivas, motivo que provavelmente resultou num menor percentual de erros. Outro detalhe importante é que só foi possível assegurar que 51 estudantes respondessem ao questionário final, pelos motivos já informados no final do capítulo anterior.

**Gráfico 6** – Avaliação final: pergunta sobre o significado de grandeza



**Fonte:** elaborado pelo autor (2023).

No mesmo sentido da pergunta sobre a definição de grandeza, pedimos para os estudantes citarem exemplos a fim de contrastar com a resposta anterior e analisar o nível de compreensão do objeto de conhecimento. Desse modo, obtivemos o seguinte resultado: 66% dos estudantes responderam exemplos de grandeza corretamente, enquanto 9% disseram não saber

exemplificar e outros 25% deram respostas inválidas, a maioria, confundindo unidade de medida com grandeza, como pode se ver no Quadro 3 a seguir.

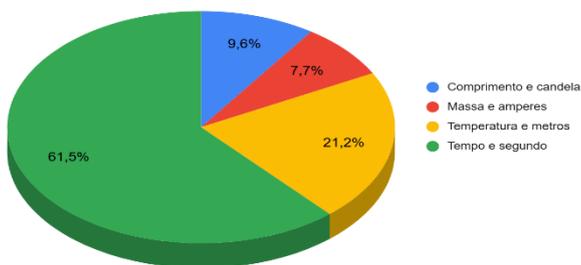
### Quadro 3 – Algumas respostas consideradas inválidas

um prédio.  
uma mesa.  
exemplo de uma sala.  
a sala.  
metros, centímetros, quilômetros.  
pode ser medido em metro.  
centímetro, metro, milímetro.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Quando comparado ao respondido na avaliação final, quando solicitado que associassem uma grandeza a sua respectiva unidade de medida, obtivemos o seguinte dado.

Gráfico 6 – Avaliação final: pergunta sobre o significado de grandeza



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Comparativamente, a análise dos percentuais nos indica que os estudantes tiveram uma taxa maior de erro em relação ao

início, pois de 66% de acerto, diminui para 61,5%. Contudo, é interessante esclarecer que a pergunta inicial pedia um exemplo de grandeza enquanto a última requeria uma correlação entre grandeza e medida, portanto, se tratava de uma pergunta composta. Da mesma forma que a situação anterior, a resposta era de livre escrita na avaliação diagnóstica e objetiva na final.

A terceira pergunta solicitava uma definição de unidade de medida também na forma de livre escrita e a quarta pergunta um exemplo de medida. Essas respostas podem ser comparadas ainda com o dado apresentado acima pois na avaliação final foi contemplado duas perguntas numa só.

**Tabela 15** – Distribuição de Frequência das respostas 3 e 4 da avaliação diagnóstica

Definição de unidade de medida	Frequência absoluta	Frequência relativa
<i>Algumas respostas válidas:</i> quantificação ou avaliação numérica, uma qualidade do valor da grandeza, definir um padrão, uma quantidade de números que expressa o valor de uma grandeza, etc.	10	17%
<i>Algumas respostas inválidas:</i> velocidade, distância, tempo, unidade astronômica, tudo	49	83%

aquilo que pode ser medido, não sei, etc.		
<b>Exemplo de unidade de medida</b>	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa</b>
<i>Algumas respostas válidas:</i> unidade astronômica, graus Celsius, minuto, segundo, horas, dias, milímetro, metro, centímetros, litros, quilograma,	28	47,5%
<i>Algumas respostas inválidas:</i> velocidade, distância, tempo, volume, fita métrica, a casa, régua, trena, não sei, etc.	31	52,5

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

De acordo com a tabela e o gráfico anterior, percebemos que um número considerável dos estudantes não sabia diferenciar os conceitos de grandeza e unidade de medida, de tal maneira que os exemplos se desses conceitos se misturavam demonstrando o nível de dubiedade das respostas. Foi observando esse detalhe que preferimos uma pergunta composta como a descrita no gráfico 7.

Buscando avaliar se a temática era de interesse dos estudantes, foi perguntado objetivamente na avaliação diagnóstica se eles gostavam de esporte. As respostas obtidas indicam que 79,6% gostam de esporte, indicando o potencial do

desenvolvimento da aprendizagem, partindo do esporte como um subsunçor, segundo as ideias de Ausubel. Ainda foi perguntado qual o esporte ou modalidade mais gostavam de praticar, 10% dos alunos apresentaram mais de uma modalidade, mas no geral, os esportes com maior frequência foram o futebol com 44% da preferência, seguido de queimada com 16%, do vôlei com 13,5% e a soma dos demais como ciclismo, corrida, natação e musculação chegou a 18,5%, sendo que 8% afirmou não gostar de nenhum esporte.

Quando perguntado se conheciam algum exemplo de relação da física com o esporte, 39% afirmou que sim, porém quando perguntado um exemplo dessa relação, apenas 05 alunos deram algum exemplo, como demonstrado no quadro abaixo. Os demais não souberam dizer algum tipo de relação ou colocaram respostas incompletas, como força centrífuga sem apontar com o que se relacionava ou corrida com obstáculos sem associar ao conceito físico.

### **Quadro 3 – Algumas respostas consideradas inválidas**

A trajetória de uma bola em um jogo de futebol.

Força pra pular e atacar.

A força do chute que move a bola.

Lei da ação e reação ao chutar uma bola.

Atrito com o solo em uma corrida.

Velocidade da bola.

A corrida e a gravidade que impede o atleta de sair flutuar.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Evidentemente há uma distorção entre a primeira e a segunda resposta, pois afirmar conhecer alguma relação física no esporte e não saber conseguir citar é uma limitação no mínimo peculiar.

Outro ponto colocado na avaliação diagnóstica foi se os estudantes possuíam algum domínio do tratamento estatístico empregado nos dados de uma prática experimental e por conseguinte foi também indagado se conheciam algumas medidas usadas na inferência estatística, a saber a média aritmética, discrepância, desvio e o desvio-padrão. As respostas podem ser observadas na tabela a seguir.

**Tabela 16** – Resposta sobre o nível de conhecimento das ferramentas estatísticas

Pergunta	Sim (%)	Não (%)
Você conhece o tratamento estatístico dos dados em uma prática experimental?	10,2	89,8
Já ouviu falar em Média Aritmética?	42,4	57,6
Sabe efetuar os cálculos de uma Média Aritmética?	6,8	93,2
Já ouviu falar no termo discrepância aplicado à estatística?	22,0	78,0
Sabe efetuar os cálculos de uma discrepância	8,5	91,5

aplicada à estatística?		
Já ouviu falar no termo desvio e desvio padrão aplicado à estatística?	18,6	81,4
Sabe efetuar os cálculos de um desvio e desvio padrão aplicado à estatística?	8,5	91,5

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Analisando as informações acima, é possível deduzir que os estudantes possuem pouco domínio ou conhecimento das técnicas estatísticas, sendo esperado que no mínimo a média aritmética tenha sido estudada em algum ponto da trajetória escolar do fundamental. Não obstante, dois comentários pontuais e hipotéticos cabem com esse resultado: ou a formação primária faltou com o ensino desse assunto, ou ele desconhece o termo utilizado na pergunta. Mesmo assim, os demais conceitos como discrepância, desvio e desvio-padrão também são apontados como desconhecidos, um resultado já esperado dado o nível escolar escolhido para aplicação do produto.

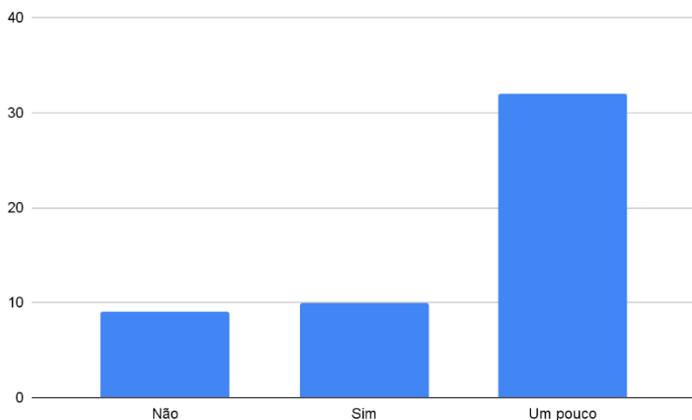
Após a aplicação da proposta didática, foi perguntado aos discentes sobre os aspectos estatísticos, a saber, como foi a experiência de calcular e verificar o nível de imprecisão das medidas realizadas nas atividades práticas: 29,4% afirmaram ter sido  *muito boa*, 43,1% consideraram  *interessante*, 13,7%  *agradável*,

2% *entediante* e 11,7% *indiferente*. O percentual relacionado a *muito boa* e *interessante* revelam ter sido uma vivência positiva.

Também foi perguntado se o conjunto das atividades ajudaram a compreender melhor os conceitos de média aritmética, erro e desvio-padrão. A grande maioria afirmou que sim, cerca de 88,2% para o entendimento da média aritmética e 78,4% para os conceitos de erro e desvio-padrão. Todavia, buscando testar se esse entendimento foi real, perguntamos para que serve o desvio-padrão nos cálculos estatísticos: 17,6% disseram não saber, 41,2% para determinar o valor mais preciso da medida e 41,2% estimar o erro da medida para mais e para menos. Provavelmente, a forte intencionalidade das atividades práticas de se buscar uma medida mais precisa tenha levado a essa resposta e por isso a ambiguidade. Se por outro lado considerarmos o percentual como válido, para todos os fins, podemos entender como um avanço em relação à condição inicial.

Como entre as atividades haviam proposta de construção gráfica dos dados, também indagamos os alunos acerca das dificuldades para realização dessa etapa. Dentre os 51 estudantes, 9 afirmaram não ter havido dificuldade, 10 disseram que sim e 32 confirmaram que sentiram um pouco de dificuldade, conforme o gráfico abaixo.

### Gráfico 8 – Parecer sobre a dificuldade em realizar a atividade de construção dos gráficos



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Também foram perguntados sobre a impressão e experiência obtida, 39% avaliaram a proposta desse produto educacional como bom, sendo 31,4% ótimo e 19,6% excelente, apresentando uma boa aceitação da sequência didática executada e na mesma perspectiva, a experiência foi dada como interessante para 84,3% dos participantes e 15,7% como válida. Nenhum afirmou ter sido uma proposta entediante.

Outra pergunta feita com o mesmo objetivo de avaliar o impacto da execução do produto educacional, foi se eles julgavam que a proposta facilitou a compreensão dos conceitos de grandeza e medida, onde todos apontaram respondendo que sim. Todavia essa resposta é incompatível com os dados do gráfico 8 que apresentou um número menor de respostas certas em

relação ao início, pois como seria possível uma proposta facilitar o entendimento do objeto e mesmo assim aumentar o percentual de erro de respostas associadas aos conceitos? Não obstante, vale ressaltar que houveram duas variáveis na coleta de dados, o número de participantes do início não ter sido o mesmo do fim, nem tão pouco ser possível assegurar que os mesmos alunos que acertaram no início participassem do final, aumentando a possibilidade de que os alunos que pouco participaram das aulas e atividades também respondessem a última avaliação, distorcendo um pouco a realidade do impacto da proposta. Cabe assim dizer que, os resultados, em todos os aspectos, seriam mais fiéis se todo o contexto de aplicação do produto educacional houvesse menos variáveis não controladas pelo autor.

Ainda sobre a avaliação de impacto da proposta, buscamos sondar qual aspecto da proposta mais agradou os estudantes. Dentre os resultados 19,6% apontaram ser a condução do professor na dinâmica da aula, 11,7% a interação entre Física e Educação Física, 37,3% a atividade esportiva como práticas experimental, 5,9% os cálculos, 2% o material, 23,5% o conjunto formado por todos os elementos da sequência aplicada. Desse modo, percebemos que tanto a condução do professor, quanto a novidade da prática experimental de física usar uma atividade esportiva como base, foram relevantes para os discentes, embora o segundo maior percentual corrobore que o conjunto da obra agradou.

Concomitantemente, indagamos se houveram dificuldades em responder as perguntas e os cálculos presentes no material elaborado, criando uma escala de 0 a 5, onde 0 corresponde a nenhuma dificuldade e 5 a muita dificuldade. Utilizando o mesmo formato de questão, também interrogamos os alunos sobre como avaliavam o material da sequência didática e a execução realizada pelo professor. Os feedbacks foram organizados na tabela a seguir.

**Tabela 17 – Escala de dificuldade e avaliação da proposta**

Pergunta	Respostas possíveis	Frequência Absoluta	%
<i>De 0 a 5, que nota você daria para a dificuldade de responder as perguntas listadas no material didático?</i>	0 (Nenhuma Dificuldade)	2	3,9
	1	7	13,7
	2	9	17,6
	3	22	43,1
	4	9	17,6
	5 (Muita Dificuldade)	2	3,9
<i>De 0 a 5, que nota você daria para a dificuldade de resolver os cálculos listados no material didático?</i>	0 (Nenhuma Dificuldade)	2	3,9
	1	5	9,8
	2	15	29,4
	3	16	31,4
	4	6	11,8
	5 (Muita Dificuldade)	7	13,7
<i>De 0 a 5, que nota você daria para o material produzido pelo professor?</i>	0 (Muito ruim)	0	0,0
	1	1	2,0
	2	2	3,9
	3	4	7,8
	4	9	17,6
	5 (Muito Bom)	35	68,6

De 0 a 5, que nota você daria para execução do material pelo professor?	0 ( <i>Muito ruim</i> )	0	0,0
	1	0	0,0
	2	3	5,9
	3	9	17,6
	4	10	19,6
	5 ( <i>Muito Bom</i> )	29	56,9

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

De acordo com os dados, quando se perguntou sobre o nível de dificuldade das perguntas no material, vemos a centralidade das respostas indicando pouca dificuldade, tendência também observada quando questionado sobre as dificuldades na realização dos cálculos. É importante destacar que esse resultado só foi possível devido um esforço significativo do professor em orientar detalhadamente o passo a passo dos cálculos propostos, caso contrário, seria possível ver as respostas apontando na outra direção, como pode ser visto no item de avaliação da execução do material. Assim, quando interpelados sobre como avaliavam o material produzido pelo professor e sua atuação, vemos a tendência apontando positivamente para *muito bom*, ratificando o comentário anterior.

Ao fim, buscou-se compreender o impacto da proposta na dimensão mais pessoal do estudante, como uma autoavaliação, para que pudéssemos ter um parâmetro de razoabilidade na avaliação final da importância e relevância do produto educacional. Desse modo, foi inquirido sobre como julgavam ter sido o desempenho e envolvimento individual na sequência

didática aplicada pelo professor e se havia interesse em participar de outras propostas semelhantes à desenvolvida.

**Tabela 18** – Autoavaliação de envolvimento nas atividades realizadas

Pergunta	Respostas possíveis	Frequência Absoluta	%
<i>De 0 a 5, que nota você daria para seu desempenho nessa proposta didática?</i>	0 ( <i>Muito ruim</i> )	0	0,0
	1	2	3,9
	2	7	13,7
	3	20	39,2
	4	14	27,5
	5 ( <i>Muito Bom</i> )	8	15,7
<i>De 0 a 5, que nota você daria para seu envolvimento nessa proposta didática?</i>	0 ( <i>Muito ruim</i> )	0	0,0
	1	0	0,0
	2	8	15,7
	3	20	39,2
	4	14	27,5
	5 ( <i>Muito Bom</i> )	9	17,6
<i>De 0 a 5 qual o seu interesse de participar de outras aulas com propostas didáticas semelhantes a essa?</i>	0 ( <i>Nenhum pouco interessado</i> )	0	0,0
	1	1	2,0
	2	4	7,8
	3	13	25,5
	4	13	25,5
	5 ( <i>Muito interessado</i> )	20	39,2

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Conforme responderam os alunos, a maioria entendeu ter tido um bom desempenho, dado que correspondeu ao nível de envolvimento, de acordo com o percentual indicado. Com relação ao interesse em participar de atividades semelhantes à contida na sequência didática, a maioria dos alunos se mostraram

entusiasmados, uma vez que as respostas apontam para muito interesse.

De um modo geral, ao longo da aplicação do produto educacional, foi observado que os alunos se mostraram motivados e empenhados em responder e resolver as questões pertinentes às atividades propostas. O nível de envolvimento dos grupos na busca por soluções e estratégias para realizar os cálculos e operações necessárias foi muito significativo, revelando a importância e o potencial da interação social como estratégia de aprendizagem. A articulação entre os saberes das práticas esportivas e a física foi um canal de valorização dos conhecimentos prévios que ancorou a possibilidade de desenvolver uma aprendizagem significativa além de permitir ao discente confrontar-se com uma visão de mundo mais ampla da integração das ciências e atuar como agente de motivação para se manter atraído até o fim nas atividades dirigidas.

Com base nos parâmetros demonstrados e na proposição inicial de desenvolver uma proposta pedagogicamente inovadora, interdisciplinar, dinâmica e envolvente, acreditamos ter alcançado esse indicador, bem como contemplado em instrumentos metodológicos que favorecem pilares para proporcionar uma aprendizagem significativa e profícua.

Sobre os objetivos do produto, também é possível admitir, com base nos dados, que a finalidade das discussões sobre os conceitos de grandezas e medidas, assim como a assimilação da

linguagem estatística e o reconhecimento da experimentação e observação como uma prática das ciências foram alcançados.

Por fim, também é possível afirmar que as competências e habilidades específicas da BNCC e Referencial Curricular Potiguar, citadas no início da aplicação da SD, também foram alcançadas, embora parcialmente, visto que a grande maioria conseguiu realizar as atividades mesmo diante das dificuldades de interpretação dos conceitos e das limitações vivenciadas na execução do planejamento.

CAPÍTULO

7



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, a educação brasileira tem avançado a passos lentos os índices de qualidade do ensino. Seja em avaliações internas ou externas, esses dados apontam para inúmeras variáveis, que vão desde a infraestrutura até a falta de professores e as carências da na formação básica do professor que chega nas escolas com pouca preparação para lidar com a realidade das mudanças socioculturais, legislativas e tecnológicas. Enquanto a primeira e a última situação esperam uma reestruturação na prioridade das políticas públicas educacionais, os docentes comprometidos com a aprendizagem e a formação integral do indivíduo estão continuamente expandindo seus horizontes com o estudo de técnicas inovadoras, metodologias ativas e ferramentas que proporcionem um aprendizado eficaz que desenvolva as competências e habilidades demandadas para o século vigente.

É nessa perspectiva que esse trabalho foi pensado, como um caminho que possibilita valorizar o conhecimento prévio estudantil e viabiliza o diálogo como norte da aprendizagem, por meio de uma visão interdisciplinar do ensino.

Foi possível perceber o nível de relevância da proposta com o acompanhamento das avaliações, discussões e indagações realizadas em sala de aula. Tais informações foram cruciais para identificar os pontos de atenção da proposta. Um deles foi a adoção da impressão do material produzido, apesar de parecer importante e necessário, o crivo discente apontou que a formatação, uso de imagens e perguntas nele dirigidas não foram tão relevantes quanto a condução do professor, nos levando a acreditar que o papel do professor é bem mais importante do que um material intuitivo e bem elaborado. Observando tal fato, seria interessante investigar, em outra oportunidade e em outras turmas, se a utilização do mesmo material apenas no formato digital, resultaria nas mesmas conclusões, para se chegar a uma interpretação mais ampla.

Outro ponto de atenção são as demandas externas ao trabalho docente, cujas responsabilidades são de gestão, tanto da escolar quanto da rede de ensino em seus processos administrativos e legislações, pois a intermitência das aulas por motivos de transporte, alimentação e outras atividades escolares muito inviabilizou a execução de um trabalho mais satisfatório e frutífero.

A não continuação da proposta na forma de outras sequências didáticas que reforçassem os objetos de conhecimento trabalhados e os usassem como ponto de partida para trabalhar outros conteúdos e habilidades foi outra demanda

que se percebeu com o encerramento da aplicação da SD desenvolvida, pois a propositura de desenvolver um trabalho pontual e sem conexão com outros objetos de conhecimento mais amplos deixou uma lacuna teórica de continuidade. Na realidade, a ideia inicial era desenvolver uma sequência de 04 fascículos que se utilizasse a mesma proposta temática do esporte como prática experimental para estudar introdução à grandezas e medidas (fascículo 1), Cinemática, com as definições de velocidade e aceleração (fascículo 2), Leis de Newton (fascículo 3), e trabalho, tipos de energia e conservação (fascículo 4). Porém, como a produção e execução desse material demandaria muito tempo e aumentaria ainda mais o grau de complexidade dessa dissertação, optou-se por desenvolver apenas a primeira proposta, avaliar seus resultados, corrigir possíveis erros e utilizar nas próximas como trabalhos de pesquisa a serem publicadas posteriormente.

Desse modo, este trabalho se provou como uma prática promissora e inovadora por se apropriar do esporte como prática experimental de física, quando não existem recursos e materiais de laboratório, usando apenas ferramentas de baixo custo e disponíveis a todo público. Embora não seja nova, diante do grande acervo bibliográfico que utiliza o esporte como conhecimento para aplicar os conhecimentos de física, essa metodologia apresentou-se como uma sugestão de prática acessível e exequível em qualquer unidade escolar.

Por fim, este trabalho também revela a necessidade de mais práticas pedagógicas estruturadas, devidamente publicizadas, que divulguem o ensino de física por meio de situações que valorizam o conhecimento prévio como subsunção, sejam concebidos numa visão interdisciplinar e contemplem o exercício da coletividade para potencializar a capacidade de aprender a aprender.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. E.; RUBINI, G. A Aerodinâmica Da Bola de Futebol. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 26, n. 4, São Paulo, 2004.

ALMEIDA, F. A. G. **Introdução à Física estatística**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2012.

AMADIO, A. C.; COSTA, P. H. L.; SACCO, I. C. N. Introdução à biomecânica para análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos de medição. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 3, n. 2, p. 41-54, 1999.

AMADIO, A. C. **Fundamentos da biomecânica do esporte**. Considerações sobre análise cinética e aspectos neuromusculares do movimento, tese de livre docência, Escola de Educação Física e Esporte – USP, 1989.

AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. J. (Orgs.) **A biomecânica do movimento humano e suas relações interdisciplinares**. 1. ed. São Paulo: Editora Estação Liberdade Ltda, 2000.

AMADIO, A. C. **Introdução aos fundamentos da biomecânica**. 1. ed. São Paulo: Edição da Universidade de São Paulo, 1996.

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, São Paulo, 2003.

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1. ed. Plátano: Edições Técnicas, 2023.

BASTOS, P. W.; MATTOS, C. R. **Esporte: Um Aliado Para O Ensino De Física. VII Enepec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009.

BÍBLIA. Gálatas. *In: Bíblia Sagrada*. São Paulo - SP: Editora NVI, 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Brasil no Pisa 2018**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Notas sobre o Brasil no Pisa 2022**. Brasília, DF: Inep, 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretoria de Currículos e Educação Integral**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CASQUILHO, J. P.; TEIXEIRA, P. I. C. **Introdução à física estatística**. São Paulo: Editora livraria da física, 2012.

CASTRO, F. de. Para mover o ensino de Física. **Revista Quanta**, Ano 2, n. 9, editora Segmento, São Paulo, 2013.

CHAIKLIN, S. The zone of proximal development in Vygotsky's analysis of learning and instruction. *In*: KOZULIN, A.; GINDIS, B.; AGEYEV, V. S.; MILLER, S. M. (Orgs.), **Vygotsky's educational theory in cultural context**. Cambridge University Press, 2003.

DINIZ, I.; FARIA, A. F. Perfil dos recursos didáticos para o ensino de mecânica publicados em periódicos brasileiros dedicados ao ensino de física. **REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**, Vol. 33, n. 1, p. 87-103, 2021.

ESTATÍSTICA APLICADA À EDUCAÇÃO. Moodle da USP.

Disponível em:

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5209106/mod\\_resource/content/1/aula%208.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5209106/mod_resource/content/1/aula%208.pdf). Acesso em: 03 nov. 2024.

FRANCO, M. L. P. B. **Pressupostos epistemológicos da avaliação educacional**. São Paulo, Caderno de Pesquisa, n. 74, ago., p 63-67, 1990.

FERRACIOLI, L. **XIII Simpósio Nacional do Ensino de Física**.

Vitória: 2012, Disponível em:

<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

FILHO, A. J. S. **Física aplicada ao desporto: um estudo interdisciplinar entre física, educação física e desporto**.

Dissertação (Mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2010. Disponível em:

[https://s7226b29e809f8138.jimcontent.com/download/version/1413682186/module/7292693568/name/40\\_Amaro%20Jose%20fisica%20no%20esporte.pdf](https://s7226b29e809f8138.jimcontent.com/download/version/1413682186/module/7292693568/name/40_Amaro%20Jose%20fisica%20no%20esporte.pdf). Acesso em: 23 mar. 2023.

FILHO, J. B. da R.; SALAMI, M. A. Material de sustentação e experimentação em Física. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 14. ed. São Paulo: paz e Terra, 2000.

FROHLICH, P. Carta de recurso PS-2: Física do Esporte. **American Journal of Physics**, v. 79, n. 6, p.565-574, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.3552157>.

GASPAR, A. MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GOFF, J. E. Um divertido curso de física de educação geral: física dos esportes. **O professor de física**. v. 42, n. 5, 280–283, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.1737962>.

HAUGLAND, O. A. Medidas físicas para esportes. **O Professor de Física**. v. 39, n. 6, p. 350–353, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.1407129>.

HACHÉ, A. Um esporte legal cheio de física. **O Professor de Física**. v. 46, n. 7, p. 398–402, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.2981284>.

HELENE, O. **Física e esportes**. São Paulo: Editora da Física, 2019.

HINRICHSEN, P. F. Sobre a física do esporte. **American Journal of Physics**, v. 55, n. 6, p. 487–488, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.15308>.

HUBISZ, J. L.; **Ciência do Esporte: Leis Físicas e Desempenho Ideal: O professor de física**. v. 42, n. 5, p. 318, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.1737986>.

IGNACIO, M. G.; ROSSETTO, J. P.; FAUST, R. G.; STREY, S.; CUSTÓDIO, J. F. A física dos esportes radicais: uma experiência de ensino contextualizado. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES.**

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JACQUES, T. C.; LANFERDINI, F. J.; BINI, R. R.; VAZ, M. A. Implicações da cadência de pedalada sobre a potência mecânica e o período de contração muscular no ciclismo. **Ver. Bras. Educ. Fís. Esporte**, (São Paulo) Jul-Set; 28(3):387-94, 2014.

JUNIOR, G. D. C. **Aula de física, do planejamento à avaliação.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MEMORY, J. D.; ARNOLD, J. F.; STEWART, D. W.; FORNES, R. E. Física como um esporte de equipe. *American Journal of Physics*. v. 53, n. 3, p. 270–271, 1985. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.14407>.

MESTRE, N.; CROSS, R. A matemática dos projetos no esporte série de palestras da Australian Mathematical Society, **American Journal of Physics**, v.67, n. 1, p. 95–96, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.19199>.

MIRON, A. J. M. **A física da natação.** Monografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: [https://www.if.ufrj.br/~carlos/trablicen/anderson\\_miron/monografiaAnderson.pdf](https://www.if.ufrj.br/~carlos/trablicen/anderson_miron/monografiaAnderson.pdf). Acesso em: 24 mar. 2023.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos? **Investigação em Ensino de Ciências**. v. 1, n. 1, 1996. publicação eletrônica: Disponível em: [www.if.ufrgs.br/public/ensino](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino).

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Revista Ensaio**. v. 16, n. 02, p. 185-206, mai-ago, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172014160210>. Acesso em: 10 jan. 2024.

NASCIMENTO, W. R. S.; CAMARGO, E. P.; CORREIA, E. S.; SILVA, V. A. Ensino de física interdisciplinar para alunos com deficiência visual: a relação com o saber por meio da prática do goalball. **Revista de estudos de cultura**, São Cristóvão (SE), v. 5, n. 14, p. 75-88, mai./ago., 2019.

OGURI, V. **Métodos Estatísticos em Física Experimental**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

OGURI, V.; SANTORO, A.; MAHON, J. R. ; UMBERTO, J.; MUNDIM, L.; PRADO, W. **Estimativas e Erros em Experimentos de Física**. 3. ed. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.

PANIZZI, C. Brainstorming. *In*: ALCÂNTARA, E. F. S. **Inovação e renovação acadêmica: guia prático de utilização de metodologias e técnicas ativas**. Volta Redonda: RJ, 2020.

PINHEIRO, J. I. D.; CUNHA, S. B.; CARVAJAL, S. R.; GOMES, G. C. **Estatística básica: a arte de trabalhar com dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

REIS, V. M.; CARNEIRO, A. L.; NOVAES, J. Efeito do treino com multissaltos curtos na aptidão de aceleração, velocidade máxima e velocidade resistente. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 111-119, set. 2004. Disponível em:

<http://www.revista.cbce.org.br/index.php/RBCE/article/view/107>. Acesso em 25 mar. 2023.

SANTIAGO, R. B.; MARTINS, J. C.; DIAS M. V.; PREUSSLER, O.; ANJOS, R. F. Interdisciplinaridade no Ensino: A Física Do Esporte. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009.

SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. **Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social.** Imagens da Educação, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

SILVA, M. A. da. **A Física nos esportes radicais.** São Paulo: 2012, Disponível em: <http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/a-fisica-nos-esportes-radicaais.htm>. Acesso em: 14 dez. 2012.

SILVA, J. L. C.; FERNANDES, M. W.; ALMEIDA, R. L. F. **Estatística e probabilidade.** 3. ed. Fortaleza: EdUECE, 2015.

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES - SI. Duque de Caxias, RJ: INMETRO/ CICMA/SEPIN, 2012.

SOUZA, M. S. K.; DOMINGUEZ, G. N.; MORALES, M. N. C. Problematizando o ensino da física nas escolas públicas por meio do projeto de extensão física no esporte. *Extensio: R. Eletr. de Extensão*, Florianópolis, v. 19, n. 43, p. 156-176, 2022.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente.** 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VIM - VOCABULÁRIO INTERNACIONAL DE METROLOGIA. **Conceitos fundamentais e gerais e termos associados.** Duque de Caxias: RJ: INMETRO, 2012.

WALKER, J. **O circo voador da física**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.



# POSFÁCIO

## POSFÁCIO

Este E-book representa uma contribuição valiosa para o campo do ensino de física, especialmente ao explorar o uso do esporte como ferramenta de ensino de grandezas e medidas, de forma acessível e inovadora. Os autores defendem teoricamente e empiricamente que a valorização do conhecimento prévio dos estudantes e a promoção da abordagem interdisciplinar, promove a criação de um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, participativo e significativo.

Apesar dos múltiplos desafios enfrentados no cotidiano das salas de aula, como questões de logísticas e de limitações de recursos, por exemplo, os autores da obra constituíram uma experiência pedagógica criativa, a partir da utilização do esporte em práticas experimentais de física, que podem colaborar com qualquer ambiente de aprendizagem escolar. A proposta desenvolve sequências didáticas que conectam diferentes objetos de conhecimento e reforça a importância da educação contínua, integrada e voltada para o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para os estudantes de física.

Assim, a pesquisa científica e o produto educacional socializados no e-book **"A utilização do esporte como ferramenta para o ensino de grandezas e medidas: uma abordagem estatística em práticas experimentais"** reforça o valor de práticas pedagógicas que valorizam o trabalho colaborativo, o exercício

da coletividade e o aprender a aprender. Que essa experiência sirva de inspiração para professores de física, pesquisadores e estudantes de licenciatura, incentivando a inovação e o compromisso com uma educação para o desenvolvimento humano, inclusiva e transformadora.

Agradecemos pelo convite para a escrita do posfácio! Esperamos que as ideias aqui apresentadas possam contribuir para o fortalecimento de práticas educativas mais criativas, acessíveis e eficazes.

**Fabio Alexandre Araújo dos Santos**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio  
Grande do Norte – IFRN

A Faculdade Metropolitana Norte Riograndense (FAMEN) é credenciada pela Portaria nº 665/MEC, publicada no Diário Oficial da União em 22 de março de 2019. Entre as atividades vinculadas ao ensino superior, a Faculdade oferece serviços acadêmicos da EDITORA FAMEN que objetiva a difusão de conhecimento por meio de e-books, livros impressos, periódicos (revista científica e jornal eletrônico), anais de eventos e repositório institucional, sendo vinculada à Diretoria de Pesquisa da Faculdade.

A EDITORA FAMEN é especializada em publicar conhecimentos relacionados ao campo da educação e a áreas afins por meio de plataforma on-line, como também em formato impresso. O endereço eletrônico para acessar as suas publicações e demais serviços acadêmicos é o [www.editorafamen.com.br](http://www.editorafamen.com.br).

A EDITORA FAMEN realiza edição, difusão e distribuição de produções editoriais seguindo uma Política Editorial qualificada e baseada nas seguintes linhas: acadêmica, técnico-científica, produção didático-pedagógico, produção artístico-literária e cultura popular.

**Formato: E-book/PDF**  
**Tipologia: Volkhov**

**2025 Natal/Rio Grande do Norte**

**Não encontrando nossos títulos na rede de livros conveniados e informados em nosso site contactar a Editora Faculdade**

**FAMEN:**

**Tel: (84) 3653-6770 | Site: [www.editorafamen.com.br](http://www.editorafamen.com.br)**

**E-mail: [editora@famen.edu.br](mailto:editora@famen.edu.br)**

As escolhas que fazemos ao longo da vida desempenham um papel crucial no desenrolar da nossa trajetória. Em uma ocasião, o apóstolo Paulo instruiu os gálatas, afirmando que “o que o homem semear, também colherá” (Bíblia, 2009, p. 1350). Nesse contexto, cresci sob a influência de meus pais, profissionais experientes e competentes na área da educação, que, por meio de seu exemplo, muito me ensinaram com sua conduta docente. Desde cedo, demonstrava interesse em compartilhar conhecimento com os colegas de sala de aula, alcançando seu ápice no ensino médio, quando, de maneira acessível, auxiliava minha turma na compreensão de temas de matemática e ciências da natureza. Ao perceber o prazer em desempenhar esse papel, compreendi a carreira que me aguardava.