

## Actividades Experimentais de Física de Baixo Custo: Um exemplo particular na 10ª Classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas

*Low-cost Physics Experimental Activities: A particular example in Grade 10 of the Physical and Biological Sciences course*

*Actividades experimentales de física de bajo costo: Un ejemplo particular en el 10º curso de Ciencias Físicas y Biológicas*

Daniel Virgílio da Costa<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0009-1475-929X>

**RECEBIDO:** Janeiro, 2024 | **ACEITE:** Julho, 2024 | **PUBLICADO:** Outubro, 2024

Como citar: da Costa, D. (2024). Actividades Experimentais de Física de Baixo Custo: Um exemplo particular na 10ª Classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas. *RAC: Revista Angolana de Ciências*, 6(2), e060203. <https://doi.org/10.54580/R0602.03>

### RESUMO

A pesquisa incidiu-se em actividades experimentais, na modalidade de prática de laboratório de baixo custo, cujo objectivo, analisar a realidade dos professores no processo de ensino-aprendizagem da Física na 10ª Classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas. Fez-se um estudo experimental na Escola do II Ciclo do Ensino Secundário Liceu 26 de Abril nº 1677 do Município do Lubango, Província da Huíla, República de Angola. Como instrumento de investigação, aplicou-se o questionário, permitindo relatar uma pesquisa com abordagem quantitativa, com o emprego do método estatístico sobre prática laboratorial. Contou-se com uma amostra de 100% no universo de 6 professores que leccionam a disciplina de Física e 25% de amostra em 367 alunos. Feito o diagnóstico, constatou-se que a instituição em causa, não possui laboratório equipado para desenvolver actividades experimentais, tanto com materiais de baixo custo, nem com materiais reciclados e, das poucas práticas de laboratório observadas, não se registou qualquer exemplo de cálculo que incluía a análise da teoria de erro para medição directa nem indirecta.

**Palavras-chave:** Actividades experimentais; Física; Baixo custo; 10ª Classe; Ciências Físicas e Biológicas.

<sup>1</sup> Mestre em Ciências de Educação. Professor titular da Academia Militar de Ensino Superior da Força Aérea Nacional. Benguela, Angola. [danielvirgiliocosta@gmail.com](mailto:danielvirgiliocosta@gmail.com)

## ABSTRACT

The research focused on experimental activities, in the form of low-cost laboratory practice, with the aim of analyzing the reality of teachers in the teaching-learning process of physics in the 10th grade of the Physical and Biological Sciences course. An experimental study was carried out at the Secondary School Liceu 26 de Abril no. 1677 in the Municipality of Lubango, Huíla Province, Republic of Angola. Questionnaires were used as research tool, allowing a quantitative approach to be reported, using the statistical method in laboratory practice. There was a 100% sample of 6 teachers who teach physics and a 25% sample of 367 students. Once the diagnosis had been made, it was found that the institution in question does not have a laboratory equipped to carry out experimental activities, either with low-cost materials or with recycled materials and, of the few laboratory practices observed, there was no example of a calculation that included analysis of the theory of error for direct or indirect measurement.

**Keywords:** Experimental activities; Physics; Low cost; 10th grade; Physical and Biological Sciences.

## RESUMEN

La investigación se centró en actividades experimentales en forma de prácticas de laboratorio de bajo costo, cuyo objetivo fue analizar la realidad de los profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la 10ª Clase del curso de Ciencias Físicas y Biológicas. Se realizó un estudio experimental en la Escuela Secundaria Liceo 26 de Abril nº 1677 del Municipio de Lubango, Provincia de Huíla, República de Angola. Como instrumento de investigación se utilizaron cuestionarios, lo que nos permitió dar cuenta de un abordaje cuantitativo, utilizando el método estadístico en la práctica de laboratorio. Se tomó una muestra del 100% de seis profesores que enseñan física y una muestra del 25% de 367 alumnos. Una vez realizado el diagnóstico, se encontró que la institución en cuestión no cuenta con un laboratorio equipado para realizar actividades experimentales, ya sea con materiales de bajo costo o con materiales reciclados y, de las pocas prácticas de laboratorio observadas, no se encontró ningún ejemplo de cálculo que incluyera el análisis de la teoría del error para la medición directa o indirecta.

**Palabras clave:** Actividades experimentales; Física; Bajo costo; 10º curso; Ciencias Físicas y Biológicas.

## INTRODUÇÃO

Em Angola a existência de laboratórios sofisticados é ínfima em termos quantitativos para realizar e demonstrar experiências de Física, mas a literatura demonstrou que é possível fazer experiências com materiais de baixo custo e reciclados. Daí a necessidade de abordar neste estudo, questões sobre atividades experimentais, na modalidade de prática de laboratório, com o uso de materiais de baixo custo, dando contributo na ciência, com vista particular no melhoramento do processo de ensino-aprendizagem da Física na Escola do IIº Ciclo do Ensino Secundário Liceu 26 de Abril nº 1677 do Município do Lubango, Província da Huíla, República de Angola.

O desemprego em algumas vezes justifica a razão da existência de uma adaptação descontextualizada no processo docente, sem atender-se e respeitar as diferenças dos

alunos, sendo os professores formados em biologia ensinarem Matemática, Física, Química ou outras disciplinas. Além disto, podem sim ser professores de Física, mas o maior problema está em ensinar a própria Física pela Física, mesmo sabendo que existe materiais de baixo custo, tornam-se mais teóricos e não vinculam a teoria com a prática por ignorância ou por não saberem explicar a ocorrência de fenómenos físicos vivenciados no dia-a-dia dos alunos.

Alguns professores adaptados para ensinar disciplinas fora das suas formações profissionais, de algum lado, acabam se tornando bons nestas áreas.

Sendo a falta de profissionais no ensino em Angola um problema com o qual o país se veio a deparar, vários professores foram colocados a ensinar disciplinas que não eram da sua área, o que aconteceu também no ensino das Ciências. Além deste problema e da falta de condições nas escolas, juntaram-se outros como o elevado número de alunos por turma. Desta forma, o trabalho experimental foi deixando de ser importante nas salas de aula, onde o conteúdo teórico era privilegiado pelo professor, com fracos meios de ensino à sua disposição (Fraga, 2015, p. 4).

Neste contexto, o aluno é o centro e o professor é um facilitador-mediador que estimula a curiosidade, criatividade e inventividade do aluno.

O desenvolvimento de actividades de grupo pode diminuir um pouco os efeitos perversos da competição entre grupos, enfatizando a cooperação entre alunos. Criam-se experiências de interdependência positiva entre os membros do grupo, na medida em que, quanto melhores os resultados alcançados por um dos membros, mais benefícios retiram os outros (Fontaine, 2005, pp. 149-152).

O Ministério da Educação, em colaboração directa do Governo da Província da Huíla, implementaria políticas de criar laboratórios com materiais de baixo custo, para a realização de actividades experimentais, mitigar as dificuldades existentes nas escolas públicas, para facilitar a compreensão de fenómenos físicos aos alunos oriundos principalmente de classes sociais economicamente desfavorecidas e para que sejam também capazes de criar seus pequenos laboratórios até mesmo em suas casas. “Os governos devem atribuir a mais elevada prioridade à melhoria do ensino das ciências a todos os níveis” (UNESCO, 1999, as cited in Fraga, 2015).

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Enfoque baseado em tecnologias educativas**

A tecnologia muda a sociedade, seja esta no seu modo de agir, pensar e se relacionar. O autor Castells (2000), ao debruçar sobre esta temática, não distingue nitidamente tecnologia e sociedade, ao afirmar que: "A tecnologia é a sociedade e a sociedade não pode ser entendida ou representada sem suas ferramentas tecnológicas" (p. 25). Estas modificações ocorrem de forma diferente atendendo ao factor contextual, a inexistência da condição económica, deve-se assumir a actividade experimental de baixo custo no processo de ensino-aprendizagem da Física, não necessariamente com tecnologias muito avançadas, com equipamentos e materiais custosos, sendo que:

Observa como a teoria que suporta as pesquisas em Didáctica das Ciências tem somado saberes de disciplina como a Psicologia da Aprendizagem, a partir dos trabalhos de Piaget na visão construtivista e de Vygotsky, na visão sociocultural das ciências; os estudos sobre o Ensino de Ciências a partir de Gilbert e Watts; as concepções espontâneas das crianças a partir dos estudos de Novak, Driver, Tiberghien, Osborne; a Filosofia da Educação com John Dewey; e também os resultados de projectos educativos específicos, como o Learning Science Project, orientado por Osborne para detectarem as dificuldades em compreender conceitos de Física, entre outros (Fensham, 2004, pp. 18-19).

A tendência evidente é de aprimorar o processo de ensino das ciências através de diversas propostas fundamentadas teoricamente, outras experienciada cientificamente e generalizadas para se dar suporte ao que se pretende alcançar, pois na actualidade assume-se o modelo pedagógico que é o construtivismo social, apesar do esforço significativo dado pelo Ministério da Educação, desde o ponto de vista teórico-científico, ainda estamos um pouco distante desde o ponto de vista prático, por algum lado, continuam as lacunas em algumas escolas, por insistirem a optar pelo tradicionalismo e segundo refere Cunha and Fortunato (2017) “as actividades realizadas devem ser organizadas segundo os desejos e necessidades dos alunos, para, assim, agirem livremente, construindo seu próprio conhecimento” (p. 559); apoiando-se na metodologia montessoriana, inclusão escolar até os alunos provenientes de classes sociais economicamente desfavorecidas, o que é relevante e preferível é esquecer definitivamente a política do ensino liberal tradicional, onde o aluno é considerado objecto de estudo de mente vazia e o professor ao invés de ser mediador e facilitador da aprendizagem é um detentor do conhecimento, só está interessado naquilo que comunica e não na aprendizagem do mesmo, cultivando um clima de pavor, criando o medo no aluno para que ele não opine, é possível observar outros modelos no processo de ensino-aprendizagem:

A metodologia montessoriana foi se configurando como bastante favorecedora da inclusão escolar, uma vez que os alunos trabalham em pequenos grupos ou individualmente, com materiais pensados para eles, de acordo com as suas necessidades e ritmos. Junto aos alunos, quando necessário, está o educador orientando e fazendo a mediação entre o educando e o material (Silvestrin, 2012, pp. 7-8).

A abstracção não é o caminho ideal para evoluir o intelecto de um aluno, não se pode falar por exemplo, numa actividade experimental de Física de baixo custo de prensa hidráulica, sem apresentar pelo menos uma seringa normal, a mesma usada nos hospitais pelos médicos; há sim necessidade de se apalpar antes o objecto a ser usado em qualquer experimento para se comparar as suas características com outras realidades do quotidiano dos alunos, desde que este seja de fácil localização.

Com sustentação à Pedagogia de Freinet, tentativa experimental:

A escola e os professores não podem mais se contentar em comunicar conhecimentos exigindo somente compreensão e memorização; devem proporcionar a tentativa experimental das crianças em todos os domínios, o que supõe atitude totalmente

diferente, verdadeira reeducação. Uma atitude decidida de estudo, de preparo para ultrapassar barreiras e construir os degraus garantirá que seu aluno chegue sem fracassos ao objectivo. Por envolver a experiência, a pesquisa, a reflexão e a própria investigação científica, o tratamento experimental respeita o ritmo de cada aluno, seus ensaios e erros (Elias, 2001, as cited in Cunha and Fortunato, 2017).

### **Actividade experimental**

Para apresentar ou traduzir a actividade experimental, são muitos os conceitos e classificações que se utilizam na história da ciência, que segundo o autor Retrato (2015) “o termo se inicia com Francis Bacon (1561-1626), quem valorizava a experiência realizada até este momento, criticando a recollecção de dados a partir da observação casual como fonte de conhecimento” (p. 37).

Avança o mesmo autor na sua obra que:

Galileu Galilei (1564-1642) na Itália, foi quem explicou a separação entre o pensamento religioso e o científico, atribuindo a este último, o predomínio de validade frente ao anterior. Ainda que Galileu não descreveu de maneira explícita procedimentos científicos, têm sido referenciados a partir de seus trabalhos, o que na actualidade se reconhece como método experimental (Retrato, 2015, p. 37).

Na obra de Fraga (2015) distinguem-se ainda formatos que por vezes se confundem, entre eles: “actividades práticas, trabalho laboratorial e actividade experimental” (p.18).

Com o passar do tempo, as escolas adaptar-se-ão às características sobre as tendências pedagógicas actuais, adequá-las ao plano de actividades, atendendo a realidade do paradigma do processo de ensino-aprendizagem assumida pelo Ministério da Educação.

Exemplo de modelo de Prática de laboratório de baixo Custo: Lei de Boyle-Mariotte (Transformação Isotérmica)

Como exemplo, foi construído um sistema que demonstra a lei dos gases ideais em particular a lei de Robert Boyle conhecida também por lei de Boyle-Mariotte, para explicar de forma simples a transformação isotérmica de modo que o aluno consiga fazer o experimento com materiais de baixo custo ao seu alcance e possa visualizar naturalmente com precisão como a pressão varia inversamente com o volume ao aplicar uma força no êmbolo da seringa sob temperatura constante.

#### 1. Identificação do problema experimental.

Tema: Lei de Boyle-Mariotte. Constitui um tema pertinente e exequível atendendo ao contexto da escola e dos alunos.

#### 2. Planificação e desenho das práticas de laboratório de baixo custo.

✓ Os objectivos a serem alcançados?

Objectivos:

- Comprovar a lei de Boyle-Mariotte;
  - Determinar geometricamente a curva isotérmica.
- ✓ Os conceitos essenciais e/ou leis vinculados ao tema que será objecto de acção e operação?

Conceitos de: Processo isotérmico, Temperatura, volume, Lei de Boyle-Mariotte.

- ✓ Que equipamentos e/ou material de baixo custo será utilizado para a prática de laboratório de baixo custo em conformidade ao tema e aos objectivos formulados?

Materiais e orientações técnicas:

- Uma jarra plástica de 2l de capacidade, resistente a temperatura até 100°C;
- Uma seringa plástica de 20 ml;
- Um manómetro de 6 atm;
- Um tubo de silicone de alta temperatura;
- Uma mangueira flexível de 8mm de diâmetro e 27cm de comprimento;
- Um tubo de cola-rápida;
- Uma fita isoladora;
- Uma régua graduada de 30cm;
- Um termómetro caseiro feito de:
  - ✓ Uma garrafa pequena de medicamento líquido injectável bem tampada (vazia);
  - ✓ Álcool etílico;
  - ✓ Um tubo de esferográfica e sua tinta para dar cor azul (de preferência) ao álcool;
  - ✓ Um marcador permanente (aparo fino) para desenhar a escala do termómetro em graus Celsius;
  - ✓ Uma chapinha plástica cortada de um recipiente qualquer de cor branca, do tamanho do tubo de esferográfica, para nele representar a escala desejada do termómetro.

Determinação do tempo a ser empregado: 90 min.

### 3. Desenho e realização das práticas de laboratório de baixo custo.

#### Fundamentação teórica

Segundo Lobo (2007) “o número de colisões das moléculas de um gás contra as paredes de um recipiente aumenta quando o volume da amostra diminui, por diminuição da capacidade do recipiente” (p.62); deste modo, para uma quantidade de gás constante e temperatura constante (transformação isotérmica), a pressão e o volume da amostra

gasosa são grandezas inversamente proporcionais e o produto da pressão e do volume de uma massa gasosa é constante, como se analisa.

Logo, T e n constantes:  $V \downarrow$  e  $p \uparrow \Leftrightarrow p \propto \frac{1}{V}$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \Leftrightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2 \text{ ou } pV = \text{constante}$$

Procedimentos:

- Misturar num recipiente qualquer um pouco de álcool etílico com a tinta de esferográfica para obter a cor desejada;
- Introduzir a mistura obtida no ponto anterior na garrafa pequena de medicamento líquido injectável, com uma seringa e agulha sem deixar espaço, perfurando com muito cuidado na parte plástica da tampa para não deixar passar o ar;
- Desenhar na chapinha plástica com o marcador de tinta permanente, a escala graduada de temperatura desde -5 a 100°C;
- Colar o tubo vazio de esferográfica na chapinha representada com a escala graduada e deixar uma ponta pequena livre, para introduzir na garrafa contendo álcool;
- Adicionar um pouco de cola-rápida no contacto entre a ponta pequena do tubo de esferográfica e o orifício da tampa plástica da garrafa;
- Imergir o termómetro num recipiente com água natural para marcar a temperatura mínima e repetir o mesmo processo em água quente para a temperatura máxima;
- Colar com silicone de alta temperatura e cola-rápida o termómetro no interior da jarra;
- Criar um furo na tampa da jarra até ajustar o corpo da seringa para que a escala graduada da seringa seja visível dentro da jarra após tampar;
- Puxar o êmbolo da seringa até ao fim para manter o ar no seu interior;
- Ligar a mangueira plástica flexível no orifício do manómetro e proceder de igual forma no orifício da seringa onde se coloca a agulha, com a ajuda da fita isoladora e cola rápida. Testar as conexões para ver se existe passagem de ar;
- Colocar a tampa na jarra e no lado saliente dela, deixar passar uma parte da mangueira flexível para manter o manómetro no exterior dela;
- Introduzir na jarra a quantidade desejada de água quente. (Atenção: Por se tratar de materiais plásticos resistentes a temperaturas abaixo de 100°C, é preciso ter cuidado para se evitar queimaduras);
- Testar o funcionamento do sistema e anotar os resultados obtidos para serem discutidos com os demais colegas (Figura 1).

### Figura 1.

Prática de laboratório de baixo custo da lei de Boyle-Mariotte.



Fonte: Ilustração do autor de prática de laboratório de baixo custo da lei de Boyle-Mariotte - (suporte ao *Smartphone*).

#### 4. Comunicação dos resultados alcançados através de um informe (Relatório).

Resultados experimentais, discussão e conclusão.

Para a realização do experimento, a jarra ficou posicionada numa superfície plana e a seringa esteve apoiada no orifício da tampa da jarra com o corpo da escala graduada imerso na água com temperatura de 35°C equivalente a temperatura absoluta de 308K e a extracção cuidadosa dos dados, obedeceu a metodologia experimental. Enquanto se pressionava o êmbolo da seringa para valores menores da sua escala, o ponteiro da escala do manómetro atingia paulatinamente os números maiores, isto é, quanto diminui o volume, aumenta a pressão e vice-versa ( $V \downarrow$  e  $p \uparrow$ ), devido ao aumento do número de colisões das moléculas do gás nas paredes da seringa, o que permitiu fazer a leitura de cinco observações nas escalas correspondentes às magnitudes (pressão e volume), posteriormente passar por um tratamento estatístico para chegar-se num resultado com valor mais exacto possível.

Seguindo a metodologia experimental, foram utilizados os seguintes materiais como corpos de prova:

- a) Uma seringa plástica;
- b) Um manómetro metal-plástico e vidro.

Os valores do volume e da pressão obtidos durante o experimento são:

$$V = 4,5; 18; 6; 3,6; 9$$

$$P = 2; 0,5; 1,5; 2,5; 1$$

**Tabela 1.**

Distribuição de dados de forma bruta ou desordenada.

i	Valores de volume	Valores de pressão
1	4,5	2
2	18	0,5
3	6	1,5
4	3,6	2,5
5	9	1

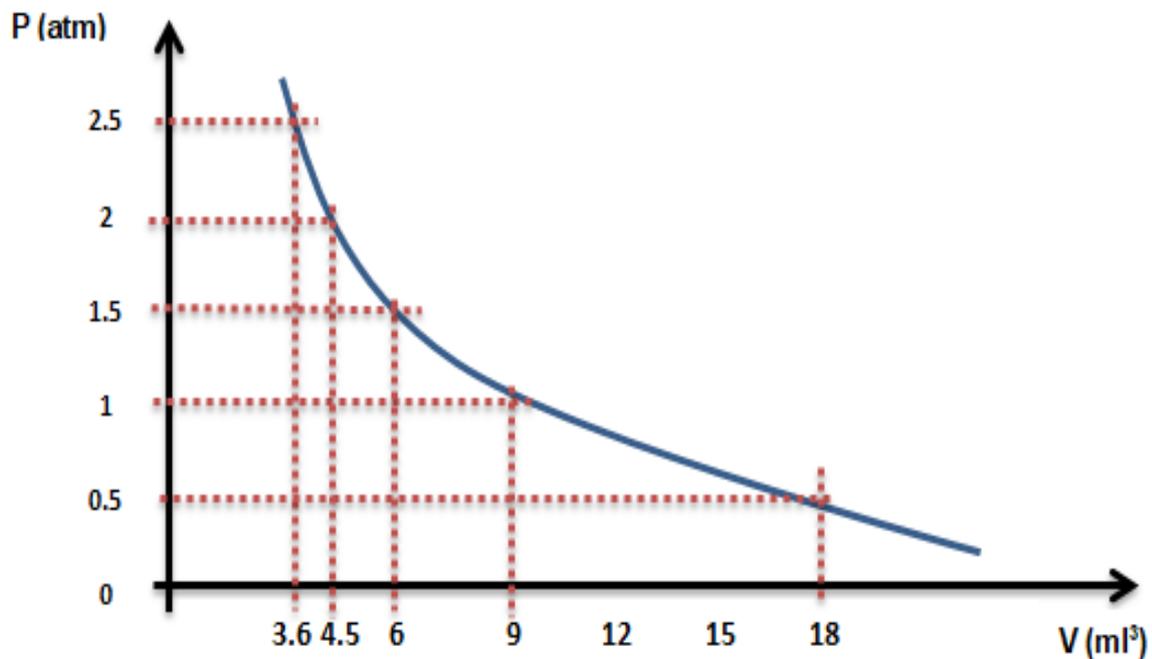
**Tabela 2.**

Distribuição de dados de forma ordenada.

i	P (atm)	V (ml <sup>3</sup> )	P * V
1	2,5	3,6	9
2	2	4,5	9
3	1,5	6	9
4	1	9	9
5	0,5	18	9

**Gráfico 1.**

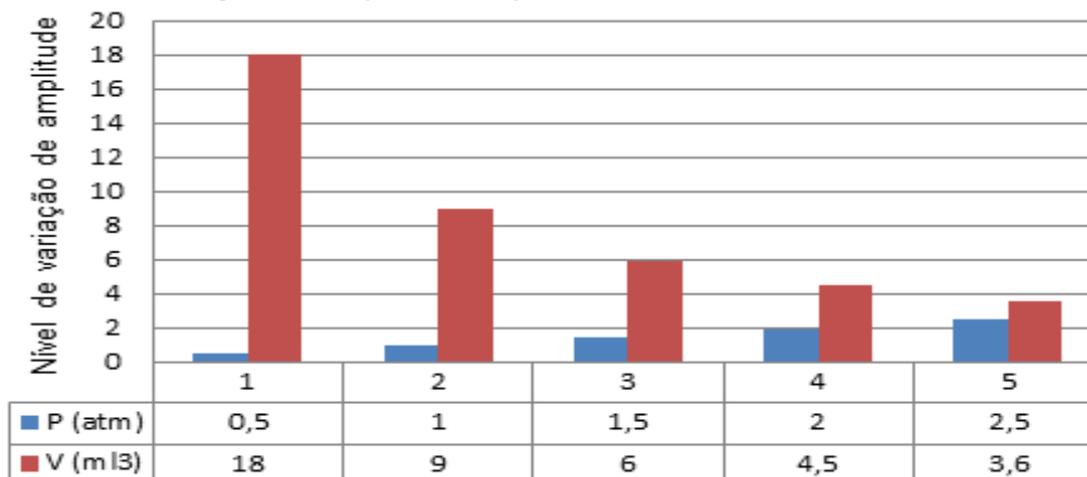
Gráfico da variação da pressão em função do volume.



Fonte: Autoria própria do autor da representação gráfica da pressão em função do volume: Lei de Boyle-Mariotte “transformação isotérmica” - (suporte ao Microsoft Word).

## Gráfico 2.

Gráfico da variação da amplitude da p e V.



Fonte: Autoria própria do autor da variação de amplitude entre a pressão e volume em T constante - (suporte ao Microsoft Excel).

É possível observar a partir dos gráficos 1 e 2 a variação da amplitude entre duas magnitudes, pois que, quanto maior for o volume menor será a pressão e o contrário, com o incremento de números de observações, a maior amplitude estará a favor da pressão.

Teoria de erros para medição directa- Desvios

Com base ao seminário prático de Laboratório de Física, no curso de Mestrado do ano de 2018, onde foi possível analisar que numa série de  $n$  medidas da grandeza  $X$ , descontam-se os erros grosseiros (imperícia ou distração do operador) e sistemáticos (associados a instrumentação ou método de medida utilizado), sendo os valores medidos  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , não são geralmente iguais entre si e, as diferenças entre eles são atribuídas aos erros acidentais (causas diversas e imprevisíveis difíceis de serem eliminadas),. O valor médio desta série de medidas,  $\bar{x}$ , ou seja, o valor mais provável da grandeza que está sendo medida, é dado pela expressão:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (\text{Equação um})$$

Determinação das médias aritméticas simples do volume e da pressão:

➤ Média do volume:  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} (3,6 + 4,5 + 6 + 9 + 18)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} (41,1)$$

$$\bar{x} = 8,2$$

➤ Média da pressão:  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \rightarrow \bar{x} = \frac{1}{5}(0,5 + 1 + 1,5 + 2 + 2,5)$

$$\bar{x} = \frac{1}{5}(7,5)$$

$$\bar{x} = 1,5$$

Cálculo do desvio absoluto ou erro absoluto do volume ( $d=\Delta x$ ):

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n} \quad (\text{Equação dois})$$

$$d = \frac{1}{5}(|3,6 - 8,2| + |4,5 - 8,2| + |6 - 8,2| + |9 - 8,2| + |18 - 8,2|)$$

$$d = \frac{1}{5}(|-4,6| + |-3,7| + |-2,2| + |0,8| + |9,8|) = \frac{21,1}{5}$$

$$d = 4,2$$

Quando o valor real de uma grandeza é conhecido e, experimentalmente um resultado diferente for encontrado, diz-se que o valor obtido está afectado de um erro.

A medida da grandeza X é dada pela expressão:

$$X = \bar{x} \pm \Delta x \quad (\text{Equação três})$$

$$X = 8,2 \pm 4,2$$

Quer dizer que o valor da grandeza X está compreendido no intervalo  $(x-\Delta x) \leq X \leq (x+\Delta x)$ .

O valor provável ou adoptado que se aproxima do real é 12,4. Então, o desvio relativo do volume calcula-se da seguinte forma:

Desvio relativo = Desvio absoluto / Valor adoptado (Equação quatro)

$$\text{Desvio relativo} = \frac{4,2}{12,4} = 0,3$$

Cálculo do desvio relativo porcentual:

Desvio relativo porcentual = (Desvio relativo)·100% (Equação cinco)

$$\text{Desvio relativo porcentual} = 0,3 \cdot 100\% = 30\%$$

Cálculo do desvio absoluto ou erro absoluto da pressão ( $d=\Delta x$ ):

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n}$$

$$d = \frac{1}{5}(|0,5 - 1,5| + |1 - 1,5| + |1,5 - 1,5| + |2 - 1,5| + |2,5 - 1,5|)$$

$$d = \frac{1}{5}(|-1| + |-0,5| + |0| + |0,5| + |1|) = \frac{3}{5}$$

$$d = 0,6$$

A medida da grandeza X é dada pela expressão:

$$X = \bar{x} \pm \Delta x$$

$$X = 1,5 \pm 0,6$$

Quer dizer que o valor da grandeza X está compreendido no intervalo  $(x-\Delta x) \leq X \leq (x+\Delta x)$ .

O valor provável ou adoptado que se aproxima do real é 2,1. Então, o desvio relativo da pressão calcula-se da seguinte forma:

Desvio relativo = Desvio absoluto/Valor adoptado

$$\text{Desvio relativo} = \frac{0,6}{2,1} = 0,2$$

Cálculo do desvio relativo porcentual:

Desvio relativo porcentual = (Desvio relativo) · 100%

Desvio relativo porcentual =  $0,2 \cdot 100\% = 20\%$

A teoria de erro foi analisada com o cálculo dos desvios, por tratar-se de várias medidas das grandezas (volume e pressão) e com apenas uma única medida da grandeza falar-se-ia de incertezas. O desvio relativo dá, de certa forma, uma informação à mais acerca da qualidade do processo de medida.

Conclusão do exemplo

- Os procedimentos foram cumpridos, pois que durante o funcionamento do sistema, ao pressionar o êmbolo da seringa, verificou-se que o seu volume diminuía aumentando gradualmente a pressão em temperatura absoluta constante e, a leitura dos números dependeu do momento em que se pressionava o êmbolo da seringa e num curto espaço de tempo se largava, resultando num gráfico com característica isoterma ou uma hipérbole equilátera (transformação isotérmica) e desta forma, comprovou-se a lei de Boyle-Mariotte;
- Os erros cometidos durante a medição podem ser atribuídos à diferentes factores, tais como:
  - O instrumento utilizado;
  - O método de medida empregado;
  - A habilidade do operador em efectuar a medida;
  - O meio ambiente.
- Para montar este sistema ou outro com os alunos, é importante ter em atenção alguns cuidados porque os erros cometidos desde a aquisição dos materiais de baixo custo, a montagem e durante o funcionamento, contribuem negativamente nos resultados, com a possibilidade de obter-se valores muito baixos com um gráfico com característica indesejada.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Metodologia utilizada

Em conformidade com o objectivo deste estudo, achou-se conveniente realçar uma pesquisa com abordagem quantitativa, buscando analisar as características dos professores de Física e alunos da escola pública do IIº Ciclo do Ensino Secundário Liceu

26 de Abril nº 1677 do Município do Lubango, Província da Huíla, República de Angola. Contou-se com uma amostra de 100% no universo de 6 professores que leccionam a disciplina de Física e 25% de amostra em 367 alunos. Como instrumento de investigação, aplicou-se o questionário. Os dados quantitativos foram tratados, tendo em conta os procedimentos de técnica de análise do método estatístico.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Dados Colectados

Os resultados aqui apresentados, traduzem as respostas obtidas a partir dos questionários aplicados, tanto aos professores de Física da 10ª Classe, como aos alunos da mesma Escola. Através destes, foi possível obter conhecimento satisfatório sobre a pesquisa.

Inicialmente, buscou-se encontrar o director da instituição em estudo e posteriormente autorizar a realização da pesquisa científica em questão. Após o aval favorável, levou-se a cabo um trabalho árduo nos dois períodos (manhã e tarde) que durou quase uma semana.

Para uma análise mais cuidadosa, precisou-se saber sobre actividades experimentais, na modalidade de prática de laboratório com o uso de materiais de baixo custo, aos docentes e alunos da 10ª classe na disciplina de Física do curso de Ciências Físicas e Biológicas, ano lectivo 2019, sabendo que existe uma população de seis (6) professores que leccionam as aulas de Física nas oito turmas A, B, C, D, E, F, G e H respectivamente e 367 alunos.

Extracção da amostra por turma de forma proporcional:

Turmas: A:(25 \* 45)/100; B:(25 \* 46)/100; C:(25 \* 46)/100; D:(25 \* 46)/100; E:(25 \* 46)/100; F:(25 \* 46)/100; G:(25 \* 46)/100 ; H:(25 \* 46)/100.

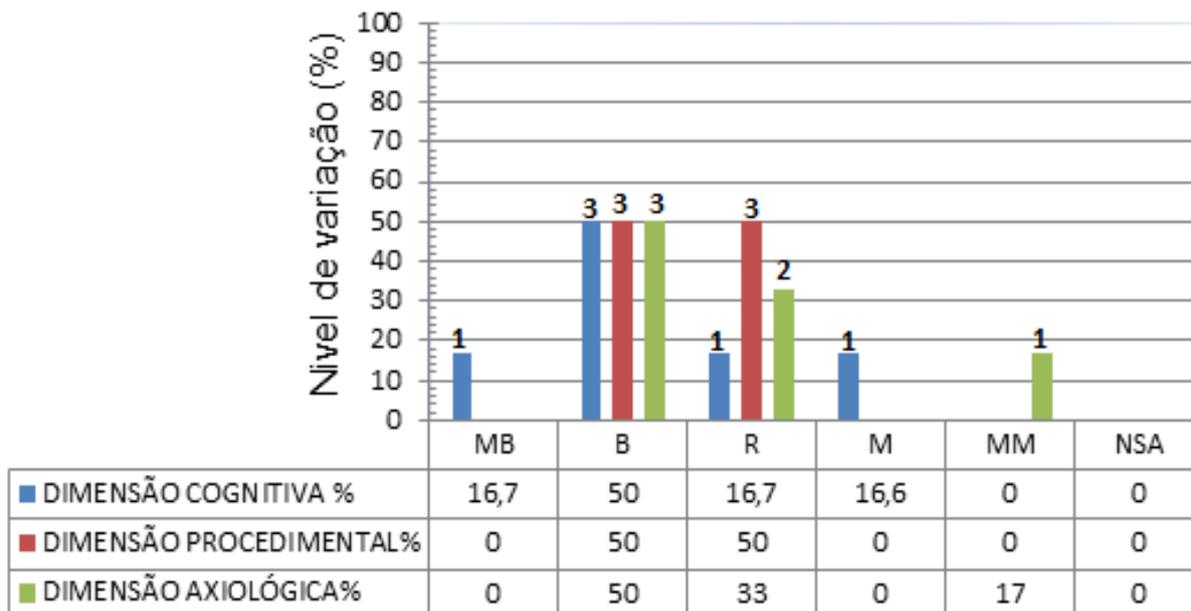
Desta forma, fez-se a selecção de 11 alunos nas turmas A, B, C, D e 12 nas E, F, G e H. De seguida, calculou-se o somatório das amostras extraídas em cada turma, obtendo uma amostra global de 92 alunos e, houve necessidade de trabalhar-se de uma só vez com esta amostra devido ao factor tempo, porque os alunos encontravam-se na preparação para realizarem as provas do 2º Trimestre do ano 2019.

Partindo do foco sobre actividade experimental de Física de baixo custo no processo de ensino-aprendizagem, determinaram-se três dimensões: Cognitiva, Procedimental e Axiológica, em correspondência com indicadores nas categorias de Muito bom (MB), Bom (B), Regular (R), Mau (M), Muito mau (MM) e Não se aplica (NSA); permitindo a contextualização que se pretende analisar.

O tratamento estatístico dos resultados obtidos do questionário aplicado aos professores e coordenador de disciplina de Física reflecte-se a partir do gráfico 3.

### Gráfico 3.

Varição do nível de respostas dadas pelos professores e coordenador de Física ao questionário sobre o estado actual.



Fonte: Elaboração própria do autor a partir de dados recolhidos, utilizando a ferramenta de cálculos e gráficos do Microsoft Excel.

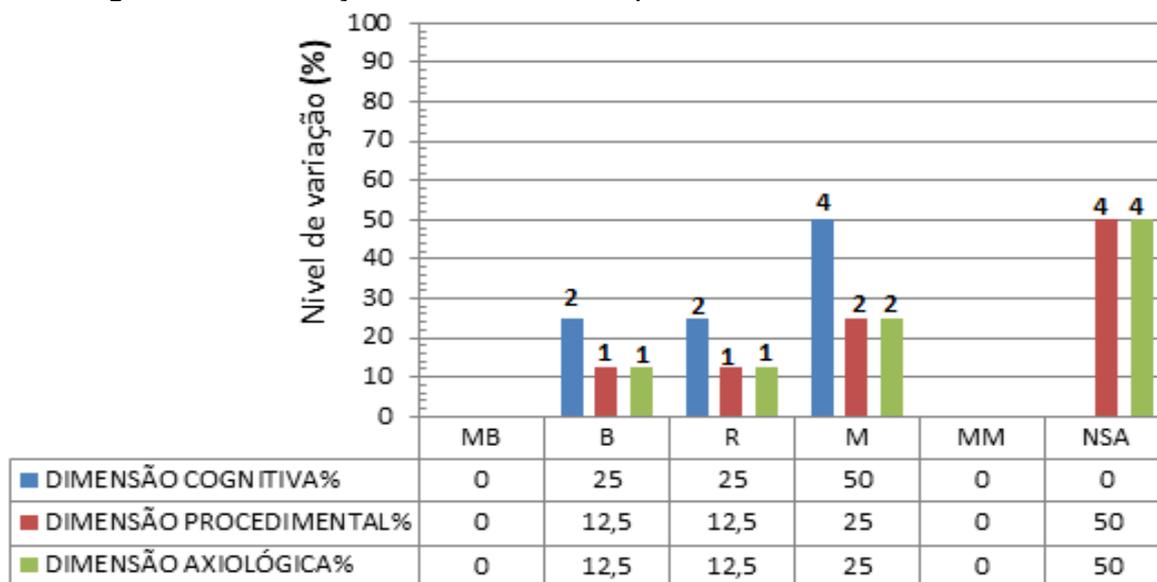
Durante o 1º contacto com os professores na sala dos mesmos, o autor notou um clima de paz e interesse entre os intervenientes até ao ponto de alguns manifestarem-se que estavam expectantes em responder qualquer pergunta do questionário caso estivesse já elaborado e por se tratar de problemas ligados a actividades experimentais de Física de baixo custo. Alguns, adiantaram em dizer “não praticamos actividades experimentais com materiais de baixo custo por falta de incentivo e não só, o tempo não tem sido suficiente para numa aula desenvolver-se este tipo de actividade”.

Aplicado o questionário, três professores dos seis responderam que têm o bom domínio dos conhecimentos teóricos associados à Física e da metodologia para o seu ensino, habilidades manipulativas experimentais de baixo custo e habilidades de valores éticos e morais, desde as actividades experimentais, o que corresponde à 50% da amostra. Outros três disseram que têm o bom domínio das habilidades manipulativas experimentais de baixo custo, o que dá também uma avaliação de 50%.

As respostas dadas pelos professores motivaram o autor a aplicar a guia de observação de aulas com os mesmos indicadores e contextualização para constatar e avaliar o estado actual, se aquilo que disseram é o que praticam na sala de aula, ver gráfico 4.

#### Gráfico 4.

Variação do nível de conhecimento dos professores e coordenador de disciplina de Física sobre a guia de observação de aulas teórico-práticas.



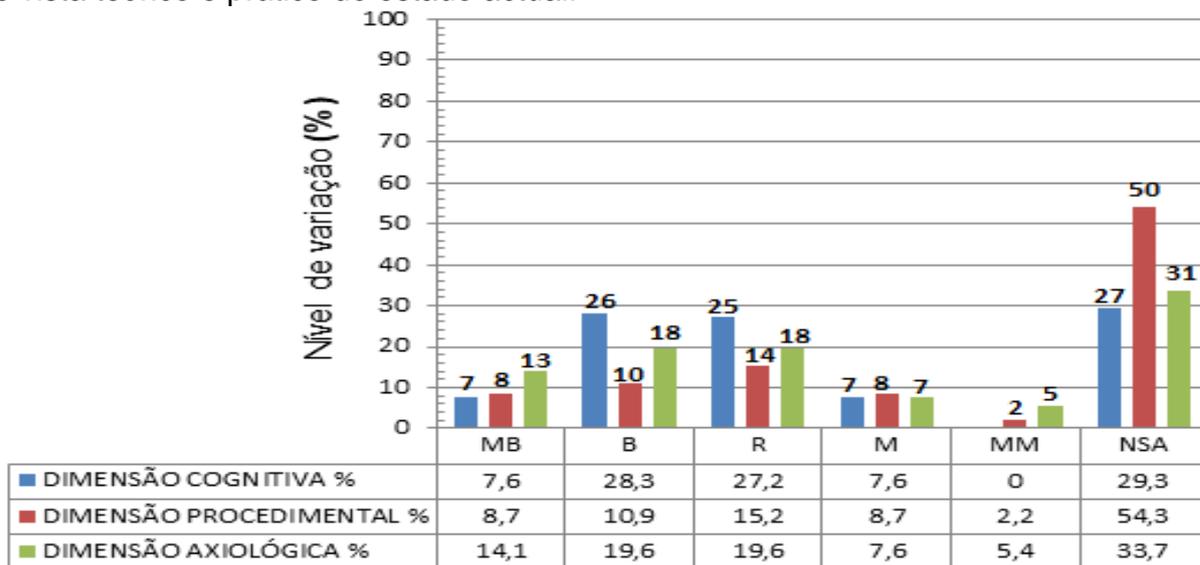
Fonte: Elaboração própria do autor a partir de dados recolhidos, utilizando a ferramenta de cálculos e gráficos do Microsoft Excel.

Com nota positiva atribuída às respostas dadas ao questionário sobre os indicadores cujo os dados se reflectem no gráfico 3, o autor ficou expectante no sentido de que, após a avaliação da guia de observação de aulas, pudesse também encontrar um resultado satisfatório; concluiu que, aquilo que os professores disseram no questionário, não correspondia com a prática na sala de aula, com excepção de dois incluindo um Mestre em Física que têm o bom domínio dos conhecimentos teóricos associados à Física e da metodologia para o seu ensino, o que corresponde à 25% da amostra. Ainda trabalhando com os mesmos, a porcentagem de 12,5 foi atribuída ao professor que apresentou o bom domínio das habilidades manipulativas experimentais de baixo custo, em coincidência o coordenador de Física (Licenciado), deixando os alunos felizes com os seus fundamentos científicos durante uma demonstração breve da montagem de um circuito em paralelo- lei das malhas, também conhecida por uma das leis de Kirchhoff; sendo 12,5% do professor que tem o bom domínio de partilhar com os alunos sobre habilidades de valores éticos e morais, desde as actividades experimentais. Outros quatro professores que no parecer do autor, são indivíduos teóricos perdidos na Física, que, só ensinam a Física pela Física, sem noção ligada à práticas de laboratório de baixo custo com 50% da amostra. De recordar que, no universo de seis professores que leccionam as aulas de Física, quatro são licenciados, um Bacharel e um Mestre, todos formados em Física.

Para o autor completar o diagnóstico e compreender melhor o estado actual do ensino da Física, aplicou também à 92 alunos (amostra) o mesmo instrumento antes utilizado aos professores, que servirá de ponto de partida à etapa seguinte. Desta forma, a seguir, reflectem-se os resultados alcançados no gráfico 5.

### Gráfico 5.

Variação do nível de respostas dadas pelos alunos da 10ª classe de Física desde o ponto de vista teórico e prático do estado actual.



Fonte: Elaboração própria do autor a partir de dados recolhidos, utilizando a ferramenta de cálculos e gráficos do Microsoft Excel.

Conforme os dados do gráfico 5, o maior nível de porcentagem referente às três categorias aplicadas: Cognitiva, Procedimental e Axiológica, reflecte-se ao indicador “Não Se Aplica (NSA)”; isto quer dizer que a maioria dos alunos não pratica com os professores durante as aulas actividades experimentais de baixo custo.

Após o estudo feito no que concerne ao estado actual da situação em questão, no parecer do autor, os professores da instituição carecem do curso de superação técnico-profissional sobre metodologia de prática de laboratório de Física de baixo custo.

De salientar que as dimensões e indicadores seleccionados para avaliar as actividades experimentais de baixo custo em particular das práticas de laboratório, têm em conta as leis, teorias e princípios do processo de ensino-aprendizagem e aspectos fundamentais da ciência. Constata-se de forma empírica, que existe insuficiências e quase a inoperância na utilização de práticas de laboratório de baixo custo na Escola do II Ciclo do Ensino Secundário do Liceu 26 de Abril nº 1677 do Município do Lubango, o que não contribui para o melhoramento do processo de ensino-aprendizagem e na formação integral dos alunos e, perante o quadro deficiente apresentado, requer-se uma Estratégia Metodológica, munida de uma fundamentação científica que sustente os seus componentes estruturais para o melhoramento do processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física no contexto actual.

### CONCLUSÃO

A investigação realizada permitiu debruçar sobre a necessidade que impõe a revolução educacional que se leva a cabo em particular na Escola pública do IIº Ciclo do Ensino Secundário Liceu 26 de Abril nº 1677 do Município do Lubango/Huíla-Angola, com vista garantir uma formação técnico-profissional para a educação integral dos alunos.

O modelo do exemplo desenhado de Práticas de Laboratório de Baixo Custo, oferece possibilidades aos diferentes sujeitos que avaliam as habilidades manipulativas profissionais de Física e as relações que se estabelecem entre os componentes que o formam, constatando-se a veracidade da variável em referência e as dimensões com os seus respectivos indicadores. Nesta base, é acreditado para ser incorporado no contexto actual do sistema educativo, ao nível do ensino secundário da região sul de Angola, em particular dos Nhaneca Umbi, localizados no Município do Lubango, Província da Huila.

A avaliação positiva de indicadores da variável Práticas de laboratório de Baixo Custo, justifica a validade do mesmo para a sua utilização em outros temas da disciplina de Física.

## REFERÊNCIAS

Castells, M. (2000). *A Sociedade em Rede - a era da informação: Economia, sociedade e cultura*. México: Siglo Veinti uno Editores.

Cunha, C. R., & Fortunato, I. (2017). 50 Anos Dedicados à Pedagogia de Freinet: Um Encontro com Rosa Maria Whitaker Sampaio. *Revista Ibero- Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, 12(esp.1), 554-563. <http://dx.doi.org/10.21723/riaee.v12.n.esp.1.2017.9661>

Fensham, P. J. (2004). *Defining an identity : the evolution of science education as a field of research*. Kluwer academic publ.

Fontaine, A. M. (2005). *Motivação em Contexto Escolar. Bibliografia Nacional Portuguesa. Universidade Aberta. 1ª ed, 211-228.* <http://id.bnportugal.gov.pt/bib/bibnacional/1507463>

Fraga, I. F. (2015). *Clubes de Física em Escolas do Ensino Secundário de Benguela. Um Contributo para o Desenvolvimento de Novas Estratégias de Ensino em Angola. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Lobo, A., & Lobo, E. (2007). *Física 10ª Classe*. 1ª ed. Texto Editores, Lda.

Retrato, I. L. J. (2015). *Las Actividades Experimentales de Física en la Formación de Profesores del Segundo Ciclo de Luanda, República De Angola*. Tesis de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”. Facultad de Ciencias. Habana.

Silvestrin, P. (2012). *Método Montessori e Inclusão Escolar: Articulações Possíveis. Curso de Especialização em Educação Especial e Processos Inclusivos*. Monografia de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.