

UMA ABORDAGEM MAIS EXATA NOS CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA O ESTUDO DA ORDEM DE GRANDEZA NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.

Jonyson Marcos Borges da Rocha¹

INTRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) que realiza anualmente o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) cujo objetivo, segundo o próprio INEP é a avaliação do desempenho escolar e acadêmico ao fim do Ensino Médio, apresenta em seu site uma matriz de referência que expõe os objetivos a serem alcançados com as diferentes áreas do conhecimento.

Na competência de área cinco da matriz de referência de Ciências da Natureza e suas tecnologias é citado que o candidato deve entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos, onde na habilidade dezessete é exposta a seguinte literatura: “Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica”.

Diante desses itens apresentados surgiu um questionamento que motivou o tema deste trabalho, afinal, existe uma maneira correta de o docente abordar o assunto ordem de grandeza nas aulas de Física em turmas de ensino médio ou ensino fundamental?

Na matriz de referência disponibilizada pelo INEP um dos objetos de conhecimento relacionados à Física na parte de conhecimentos básicos e fundamentais é apresentado logo no início como um dos itens a serem estudados pelos estudantes, as Noções de Ordem de Grandeza.

A única unanimidade presente relacionada ao conteúdo de ordem de grandeza é o seu conceito, onde diversos autores dentre eles, Tipler e Mosca (2015) afirmam que a Ordem de Grandeza é a potência de 10 que mais se aproxima de um determinado número como mostrado no exemplo abaixo:

$$\text{Número} = x \cdot 10^n$$

$$\text{Ordem de Grandeza} = 10^n \text{ ou } 10^{n+1}$$

O conflito entre os diversos autores inicia-se na hora de estabelecer o critério a ser adotado para a definição do expoente da potência de 10, quando o expoente deve permanecer o mesmo ou quando se deve acrescentar uma unidade. Onde a maioria dos autores, utiliza em suas literaturas a raiz quadrada do número 10, que é utilizada por ser o expoente localizado entre o 10^0 e o 10^1 , sendo o valor da raiz quadrada de 10 igual a 3,16. Em uma proporção menor outros autores defendem que o critério a ser utilizado é a média aritmética entre duas potências de 10 consecutivas, chegando ao valor de 5,5.

¹ Mestre pelo Curso de **Mestrado Profissional de Ensino de Física** da Universidade Federal do Piauí - UFPI, jonysonmarcs@hotmail.com;

METODOLOGIA

Durante os meus primeiros anos como docente, utilizava em minhas aulas o conceito apresentado no livro dos autores Ramalho, Nicolau e Toledo (2003), que utilizava como regra o número mais próximo da raiz quadrada de 10 que é aproximadamente 3,16, o que segundo os autores o expoente deveria ser alterado em uma unidade se o número em notação científica fosse maior que 3,16 ou permanecer o mesmo caso o número na forma de notação científica fosse menor que 3,16. Uma literatura semelhante é apresentada pelos autores Steffens, Veit e Silveira (2008) no trabalho intitulado de “Uma introdução ao processo de medição no ensino médio” nesse trabalho os autores elaboraram textos instrucionais para professores de Física do Ensino Médio que dá o seguinte conceito:

A referência ao limitante 3,16 se deve ao fato que o ponto médio entre o intervalo de duas potências de dez consecutivas, por exemplo, 10^0 e 10^{0+1} é $10^{0,5}$, que é a raiz quadrada de 10, sendo aproximadamente 3,16. Pode-se determinar o expoente da potência de 10 calculando o logaritmo, na base 10, da medida escolhida e arredondá-la pelas regras normais de arredondamento de números. (Steffens, Veit e Silveira (2008)).

Apesar dos autores apresentarem um conceito mais científico justificando o critério utilizado, passei a questionar a respeito do uso do 3,16 ser um parâmetro, afinal como é possível de acordo com esse conceito o número 350 ser mais próximo de 1000 e mais distante de 100, deve se ressaltar que o questionamento é plausível visto que tem um embasamento no próprio conceito de Ordem de Grandeza como é apresentado nos livros de Física da Educação Básica e Educação Superior.

Além desse conceito utilizado inicialmente relacionado à raiz quadrada de 10, outros autores optam em apenas dar o conceito de ordem de grandeza sem entrar na questão relacionada a regras, utilizando apenas exemplos que se encaixam em certa “zona de conforto”, como por exemplo:

$$1,7 \cdot 10^2 \text{ e } 8,6 \cdot 10^2$$

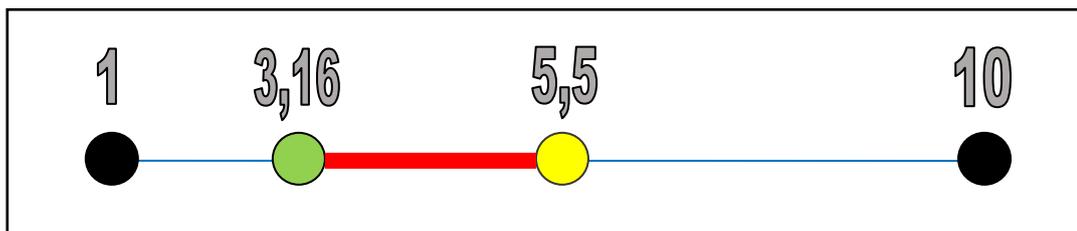
Os números apresentados anteriormente são usualmente utilizados, justamente pela fácil interpretação, afinal o número $1,7 \cdot 10^2$ que corresponde a 170 é mais próximo de 100 logo a ordem de grandeza é 10^2 e o número $8,6 \cdot 10^2$ que corresponde ao número 860 é mais próximo de 1000, logo a ordem de grandeza é 10^3 .

DESENVOLVIMENTO

Sem concordar com o conceito da média geométrica apresentado em boa parte dos livros utilizados na educação básica, ao realizar pesquisas em outras fontes, foi encontrado no livro Ser Protagonista de autoria de Ana Fukui um conceito que apesar de não ser unanimidade passei a adotar em minhas aulas desde então. Esse conceito não utiliza o 3,16 como referência, utiliza o número 5,5 que será mais detalhado na sessão resultados e discussões.

Nas palavras do professor Ivys Urquiza, idealizador do Canal Física Total, existe uma zona de dúvida onde os autores ao elaborar questões evitam utilizar em seus resultados, valores entre o 3,16 e o 5,5 (representado pela linha vermelha) como mostrado na figura 01.

Figura 01 – Zona de Imprecisão na Ordem de Grandeza



Fonte – Arquivo do Pesquisador

Por não existir uma verdade conclusiva em relação ao tema os exercícios apresentados evitam em suas resoluções valores que possam gerar dúvidas entre estudantes e professores, o número 4 está mais próximo de 1 ou de 10?

De acordo com o critério do 3,16 a ordem de grandeza do coeficiente 4 seria 10^1 mas de acordo com o critério de 5,5 a ordem de grandeza do coeficiente 4 seria 10^0 .

Ao realizar pesquisas relacionadas as provas do ENEM, desde o ano de 2009 até o ano de 2018, apesar de ser um conteúdo presente na Matriz Curricular, não foram apresentadas questões envolvendo diretamente Ordem de Grandeza, um fator que pode ser determinante para a ausência de questões sobre o tema pode ter relação por conta da indefinição de critérios do tema apresentado. Nas olimpíadas de Física que são organizadas anualmente pela sociedade brasileira de Física (SBF) o tema em discussão foi abordado de maneira indireta no ano de 2010, como mostrado na figura 02.

Figura 02 – Texto e questão envolvendo noções de Ordem de Grandeza.

Enrico Fermi (1901 – 1954)

Destacou-se pelo seu trabalho sobre o desenvolvimento do primeiro reator nuclear, e por sua contribuição ao desenvolvimento da teoria quântica, física nuclear e de partículas, e mecânica estatística. Doutorou-se na Universidade de Pisa e recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1938. Foi um dos poucos físicos da era moderna a combinar a teoria com a experiência. Foi um dos idealizadores do projeto Manhattan que resultou no desenvolvimento dos dois artefatos nucleares lançados no Japão durante a II guerra mundial. As chamadas de “questões de Fermi”, do inglês “Fermi questions”, são questões de rápida resolução e que têm como objetivo estimar ordem de grandezas de quantidades que geralmente são difíceis de serem qualificadas experimentalmente. (adaptado de http://pt.wikipedia.org/wiki/Enrico_Fermi)

As cinco questões que seguem pedem para que você faça estimativas condizentes com a realidade.

26) Faça uma estimativa de quantos passos um maratonista dá durante uma prova (lembre-se que a maratona é uma prova com 42 km).

- a) 35.000
- b) 420
- c) 4.200
- d) 3.500
- e) 420.000

Fonte – Sociedade Brasileira de Física.

As questões apresentadas na prova são independentes e distantes dos critérios que efetivamente envolvem Ordem de Grandeza.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo os conceitos abordados sobre Ordem de Grandeza, o conceito mais comum difundido pelos livros que usam como parâmetros o número 3,16 e abordado pelos livros apenas como a raiz quadrada de 10, pode ser explicado se recorrermos aos conceitos de logaritmos e arredondamentos, envolvendo os expoentes de base 10. Para o professor Fernando Lang da Silveira, esse conceito de arredondamento dos expoentes é explicado pelo

professor no site do Centro de Referência para o Ensino do Médio (CREF) da seguinte maneira:

Então devemos escrever 330 com uma potência de 10 exclusivamente, ou seja, $330 = 10^{2,52}$. Nota que o expoente p vale 2,52, ou seja, é superior a 2,5 e portanto pela usual regra de arredondamento escrevemos que $P = 3$. Ou seja, a ordem de grandeza de 330 é 3 e não 2. (CREF).

O professor defende esse conceito mas se retornarmos ao segundo conceito, obtermos como resultado um potência de base 10 e expoente 2, afinal se colocarmos na reta real o número 100 e o número 1000, será observado que o ponto médio se dará exatamente no número 550, portanto utilizando o número 5,5, como defendido no blog Educabras.com sendo o 5,5 como referência teremos a ordem de grandeza do número 330 sendo uma potência de 10 de expoente 2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do citado ao longo do trabalho, fica explícito que ao não se estabelecer uma regra para a ordem de grandeza, o conteúdo que consta na matriz curricular acaba ficando em segundo plano, justamente por essa zona de imprecisão. Com diferentes fontes, cada uma apresentando uma regra diferente, seria necessário que professores da área chegassem a uma conclusão para se utilizar uma regra única.

REFERÊNCIAS

Matriz de Referência ENEM

<http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_ene_m.pdf> acesso em 18 fev. 2019.

Centro de Referência para o Ensino de Física

<<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=ordem-de-grandeza-como-expressar>> acesso em 25 fev. 2019.

Fukui, Ana. Molina, Madson de Melo. Oliveira, Venerando Santiago. **Ser Protagonista**, Física 1. 2ª Edição. São Paulo: Editora S M, LTDA, 2013. Volume 1.

Steffens, Cesar Augusto; ; Veit, Eliane Angela. & Silveira, Fernando Lang da. **TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA** - IF- UFRGS - v. 19 n. 2.

Tipler & Mosca. **Física para cientistas e engenheiros**. Editora LTC. 6a edição (2015) Volume 1.

URQUIZA, Ivys. **Física Total - Aula 01 - Grandezas Físicas, Notação Padrão e Ordem de Grandeza**. 2013 (22m34s) <<https://www.youtube.com/watch?v=MLEZI03kUkE>>. Acesso em 15 fev. 2019.