

Experiências imaginárias no ensino de física das radiações

LIRA M. V. M., FILHO W. S., PELEGRINELI S. Q.

¹Instituto Federal do Piauí

Endereço: R. Álvaro Mendes, 94 - Centro(sul), Teresina - PI, 64001-270 E-mail:
marcosmenezes.pro@gmail.com, wilson.seraine@ifpi.edu.br

²Faculdade Bezerra de Araújo

Endereço: R. Carius, 179 - Campo Grande, Rio de Janeiro - RJ CEP: 23052-180 E-mail:
samuelfisica@yahoo.com.br

RESUMO

Através deste artigo mostramos uma abordagem sobre potencialidades didáticas das Experiências Imaginárias (E.I.s) no ensino de física das radiações. Tal metodologia é assaz útil para que fenômenos difíceis de um entendimento, em condições de sala de aula ou laboratório físico, possa ser alcançado. E com isto, pela exemplificação de quatro E.I.s, deduzimos que o uso de experiências imaginárias como reforço didático no processo ensino-aprendizagem aqui é evidência e oportuno à percepção do aluno quanto aos conceitos poucos ou nada palpáveis.

Palavras-chave: Experiências Imaginárias 1, Física 2, Grandezas Radiológicas 3.

ABSTRACT

Through this article we show an approach on didactic potentialities of Imaginary Experiences (E.I.s) in the teaching of Radiation Physics. Such methodology is very useful so that difficult phenomena of an understanding, in conditions of classroom or physical laboratory, can be reached. And with this, by the example of four E.I.s, we deduce that the use of imaginary experiences as didactic reinforcement in the teaching-learning process here is evidence and opportune to the student's perception of the few or not palpable concepts.

Keywords: Imaginary Experiences 1, Physics 2, Radiological Quantities 3.

1. INTRODUÇÃO

Toda e qualquer forma diferenciada de se abordar um assunto em sala de aula afeta diretamente o rendimento dos alunos, seja de maneira positiva ou não. O professor tem diversas maneiras de expor seus assuntos, podendo se valer de N formas para tal. Infelizmente a aula tradicional é ainda a que impera no cenário escolar. Dinamizar o processo ensino-aprendizagem deve partir do professor; somente ele é capaz de tornar a aula mais prazerosa e, portanto, atrativa [12]. Nesta linha de pensamento, apresentamos neste artigo a metodologia das Experiências Imaginárias (E.I.) como ferramenta auxiliar no ensino de física e grandezas radiológicas, com a intenção de beneficiar e facilitar o processo de ensino-aprendizagem entre professor e aluno.

Experiências Imaginárias são criadas para ultrapassar impossibilidades técnicas de concretização real ou para considerar situações extremas ou absurdas. Frequentemente, imaginamos situações, possíveis ou não, como um recurso para compreender e transmitir ciência[3]. Experiências Imaginárias dão aos estudiosos a oportunidade de simular situações, mesmo que estas não sejam possíveis de serem realizadas de forma laboratorial. Então porque não utilizar a imaginação como forma de compreender certo assunto? Cientistas, frequentemente, fazem uso de exercícios mentais como meios de entender conceitos por meio de eventos organizados através da mente [11].

Ausentes como atividade prática rotineira dos filósofos clássicos, os experimentos físicos concediam lugar, na Grécia Antiga, aos experimentos praticados apenas por meio do intelecto. Tais "experimentos pensados" ou ainda "mentais" permitiram a Aristóteles fundar um alicerce teórico tão robustos, que persistiram até os trabalhos de Galileu e de alguns de seus contemporâneos e antecessores. Galileu, incomparável defensor das práticas experimentais, iniciou o desenvolvimento de alguns experimentos conduzidos pelo intelecto, ou seja, no laboratório da mente, logrando êxito em algumas destas situações [7].

Recentemente encontramos também, na história da ciência, esta modalidade de busca pela explicação da Natureza, tendo como exemplo, experiências descritas no início do desenvolvimento da mecânica quântica e da teoria da relatividade. No presente momento, os experimentos imaginários têm merecido um número cada vez maior de estudos e publicações, mostrando que o processo de "experimentar em pensamento" cada vez mais ganha significado, e constitui, essencialmente, uma

estratégia que tem como um de seus principais efeitos a possibilidade de familiarização com o sentido histórico da ciência e seus métodos [6].

A ciência transcorre em função das escolhas de seus protagonistas, que é repleta de subjetividade. Uma teoria científica é uma suposição explicativa, e negar a influência da imaginação como agente ativo na construção do conhecimento seria, no mínimo, ingenuidade. Embora a ciência possua regras bem definidas, seu método se limita à obtenção e ao tratamento de dados. A experimentação mental é o processo de empregar situações imaginárias, e isto de modo que para nos ajudar a entender ou prever como tais coisas podem se comportar na realidade, além de também, servir como ferramenta didática. Na física, cujos exemplos exploraremos neste trabalho, utilizar simplificações e situações ideais é uma prática comum, tanto que já passam despercebidas como irreais. Para alguns autores o conhecimento matemático é todo ele construído a partir da experimentação mental, devido à ausência do dado empírico [3].

Segundo Mach (1913), a experimentação mental é uma pré-condição necessária à experimentação física e age como um processo de purificação lógica, através da qual é possível considerar que circunstâncias determinam certo resultado como também se mostram dependentes ou independentes umas das outras. Autor como então aqui referenciado ainda que fez por se posicionar com afirmação de que todas as noções e leis físicas, de modo geral, foram adquiridas através de idealizações. No livro, *The laboratory of mind*, Brown (1991, p. 25) afirma:

Experimentos mentais são executados no laboratório da mente. Além dessa metáfora é difícil dizer exatamente o que são. Nós os reconhecemos quando os vemos: são visualizáveis; eles envolvem manipulações mentais; não são a mera consequência de cálculos fundamentados em teoria; são frequentemente (mas nem sempre) impossíveis de executar como experiências reais seja porque nos falta a tecnologia relevante ou porque são simplesmente impossíveis em princípio.

McAllister (1996) sugeriu que a noção logicista da significatividade, uma linha de interpretação alternativa às que analisamos até este ponto, consiste de forma que, na premissa dos nossos processos de cognição serem pautados no que diz respeito aos Modelos Mentais. Algo, cuja procedência, diz-se ser a modelagem cognitiva de intuições a partir de estruturas subjacentes ao pensamento utilizado na interpretação do mundo ao nosso redor.

Este trabalho teve como objetivo ressaltar a importância das Experiências Imaginárias e sua contribuição para o aprendizado da física e grandezas radiológicas, fazendo uso de abordagens es-

pecíficas para o desenvolvimento e entendimento de conceitos das grandezas referentes à radiação ionizante. A análise dos experimentos pensados foi caracterizada com base em exercícios e comparações relativas às áreas específicas da Física e Grandezas Radiológicas como á exemplo: da carga elétrica, da força nuclear forte e da grandeza radiológica referente à dose absorvida.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho consistiu em apresentar quatro experiências no tocante a assuntos diversos ligados a física e grandezas radiológicas. Objetos de estudo com a suposição de serem bastantes difíceis ou mesmo impossíveis de aplicar em sala de aula ou em condições de laboratório, foram nosso preâmbulo para aplicarmos o método das Experiências Imaginárias. Em razão disto, utilizamos a mente como instrumento/ferramenta para chegarmos ao resultado das aludidas experiências. Para tanto, para melhor apresentação do método de E.I.s, dividimos, didaticamente, os experimentos em três momentos identificados da seguinte maneira: problemática, resolução e comentários. Quanto aos comentários, estes foram nossos, mas, nada havendo de impedir que o docente/instrutor/tutor da turma formalize os seus próprios comentários.

Quanto aos assuntos abordados, usamos algumas das grandezas físicas básicas usadas no ensino de física radiológica, força elétrica (Coulomb), à força nuclear forte e a grandeza da dose absorvida. Ressaltamos ainda que, por estas serem as grandezas abordadas, não significa que são as mais importantes, mas, são grandezas que podem apresentar certas dificuldades de entendimento quanto aos seus conceitos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos neste tópico quatro exemplos de experiência imaginária para ilustramos o método. Obviamente o professor da turma tem ampla liberdade de criar suas próprias experimentações e seus próprios comentários. Não existe limite para criação de E.I.s, o limite é a própria mente do docente.

3.1. Experiência imaginária 1: a grandeza carga elétrica (q)

Problemática:

Conforme ilustrado na Figura 1 a seguir, imaginaremos um sistema de roldanas, onde um bloco de massa m que se conecta por meio de um fio a uma carga de prova $q = +1\text{C}$ interage com outra carga de prova $q' = -1\text{C}$ fixa, as quais são aproximadas em meio a uma distância de $1,0\text{ m}$. Qual seria a massa necessária para haver equilíbrio de forças neste sistema?

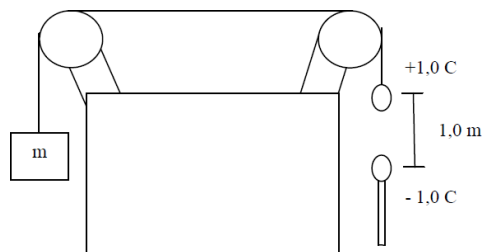


Figura 1: Sistema de roldanas em equilíbrio entre as forças referentes ao peso do corpo m e à força elétrica entre as cargas $q > 0$ e $q' < 0$.

Resolução:

De acordo com Balola (2010), usando a primeira lei de Newton, onde reza no *Philosophia e Naturalis Principia Mathematica*, a lei da inércia desta maneira, mostra-se de modo a entender que: “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele”. Para um sistema em equilíbrio estático ($v=0$), a força resultante do sistema é zero[13]. Portanto, a força gravitacional (mg) sobre a massa é igual a força elétrica de Coulomb ($F_{\text{Elétrica}} = K|q||q'|/d^2$) [2] de interação entre as cargas. Isto é:

$$F_{\text{Gravitacional}} = F_{\text{Elétrica}} \Rightarrow mg = K|q||q'|/d^2, \text{ onde } K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Substituindo os valores dados no problema, encontramos $m = 900.000.000 \text{ Kg}$

Comentário:

Esta Experiência Imaginária (E.I.) demonstra que o valor de $q = \pm 1,0C$ é uma "grandeza muita grande", e que a maioria dos problemas que envolvem cálculos de força eletrostática (força de Coulomb) usam o prefixo micro (10^{-6}) ou nano (10^{-9}). Com tal E.I. pode-se introduzir a constante carga elétrica elementar e conceituar a unidade da grandeza energia, elétron - Volt (eV), e mostrar a comparação com Joule, $1J = 1,6 \times 10^{-19} eV$.

3.2. Experiência imaginária2: a grandeza dose absorvida (D)**Problemática:**

Segundo Tauhata (2014) sabemos que $DL_{100} = 10Gy$, ou seja, após um indivíduo interagir com 10Gy de dose de corpo inteiro, haverá 100% de chance de morte em até um mês, pergunta-se: Quantos litros de água dariam pra ser aquecidos da temperatura inicial de $30^{\circ}C$ até a temperatura final de $100^{\circ}C$ com a energia requerida para atingir tal valor dose, se o referido indivíduo tivesse uma massa de 65kg?

Resolução:

Sabendo que $1Gy = 1J/kg$ [15], então, para uma pessoa de massa = 65kg absorver 10Gy de dose, tem que receber 650J de energia de corpo inteiro. Portanto, a energia oferecida a uma quantidade de água de massa $\underline{m}$ para que a mesma sofra variação de $70^{\circ}C$, em relação à sua temperatura, é de 650J. Tendo-se, assim, a equação do calor cessível $Q = mc\Delta t$ [4], onde $\underline{Q}$ é a energia fornecida a massa $\underline{m}$, $\underline{c}$ é o calor específico da água ($c = 4186 J/kgK$) e Δt é a variação de temperatura ($\Delta t = 70^{\circ}C = 70K$). E isto quando aplicado, como equação, constata-se o seguinte:

$$Q = mc\Delta t \Rightarrow 650 = m \times 4186 \times 70 \Rightarrow m = 0,0022kg \Rightarrow m = 2,2g$$

Comentário:

Por esta Experiência Imaginária (E.I.) fica clara a fragilidade do ser humano. A quantidade de energia de uma dada radiação ionizante que causa óbito em uma pessoa de 65kg, apenas daria pra aquecer 2,2g de água.

3.3. Experiência imaginária 3: a força nuclear forte

Problemática:

Sabendo que existem dois prótons no núcleo do Hélio ambos com cargas positivas e separados por uma distância $d = 3\text{femto}$, sendo $1\text{femto} = 10^{-15}\text{m}$ [12]. Qual a força elétrica de interação entre os prótons?

Resolução:

De acordo com a equação da força elétrica entre duas cargas puntiformes, $F_{\text{elétrica}} = K |q| |q'| / d^2$ [2]. temos: $F_{\text{elétrica}} = 9 \times 10^9 \times (1,6 \times 10^{-19})^2 / (3 \times 10^{-15})^2 = 256\text{N}$ (Newtons)

Comentário:

A força elétrica entre os dois prótons no núcleo de um átomo de Hélio é aproximadamente 256 Newtons. Portanto, a força nuclear mínima necessária para manter o núcleo coeso, também, é de aproximadamente 256 Newtons. Tal valor de força é suficiente para levantar uma criança de quase 26 Kg, ou levantar dois botijões de gás.

3.4. Experiência Imaginária4: Efeitos biológicos e Dose Absorvida (D)

Problemática:

Um homem adulto de 80kg e uma criança de 15kg recebem, de corpo inteiro, uma quantidade de energia de fótons equivalente a 150J. Ambos apresentarão os mesmos efeitos biológicos da radiação?

Resolução:

Por definição, dose absorvida é dada por: $D = E/m$, uma relação entre a energia absorvida e a massa do volume de material atingido [15]. De maneira que, pela definição, o homem recebeu $D_H = 150\text{J}/80\text{kg} \Rightarrow D_H = 1,875 \text{ Gy}$, e por conseguinte, a criança recebeu $D_C = 150\text{J}/15\text{kg} \Rightarrow D_C = 10\text{Gy}$. Portanto, o homem adulto e a criança receberam, respetivamente, $D_H = 1,875\text{Gy}$ e $D_C = 10\text{Gy}$ de dose efetiva.

Comentário:

Segundo Tauhata et al.(2014), constatamos que o homem terá como efeito biológico a síndrome hematopoiética moderada, podendo até se recuperar totalmente, mas a criança virá a falecer dentro de alguns dias ou semanas.

4. CONCLUSÕES

As Experiências Imaginárias (E.I.s) foram tidas como o método utilizado. E isto se dispando de modo que sendo possível atender aos objetivos aplicados na realização deste estudo. Em virtude das experiências demonstradas eis a capacidade de testemunhar que não há dúvidas quanto ao valor explicativo das mesmas. O uso das experiências como aqui em ênfase no processo de ensino-aprendizagem em física radiológica é oportuno e relevante a fim de reduzir, nos estudantes, as dificuldades de natureza conceitual. E isto no tocante aos experimentos inexecutáveis de prática, seja em sala de aula, seja em laboratório.

Portanto, por sua capacidade de ilustrar situações e contextos, as Experiências Imaginárias (E.I.s) podem ser evocadas no ensino de ciências, como na física radiológica.

Concluimos que as Experiências Imaginárias auxiliam no processo de ensino-aprendizagem, seja para aluno ou para professor que queira absorver ou passar conhecimento científico.

Finalmente, esperamos que os aspetos aqui pontuados possam contribuir para uma reflexão sobre a utilização de Experiência Imaginária como ferramenta útil para o auxílio no tratamento de problemas conceituais em sala de aula. E isto, principalmente, no que diz respeito às interpretações que

nos levam a inferir sobre os resultados decorrentes deste feito no ensino de conceitos na física radiológica ou de outros campos das ciências.

REFERÊNCIAS

- [1] BALOLA, R. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural: A lei de inércia**. Dissertação. Mestrado em Estudos Clássicos (Edição e Tradução de Textos Clássicos). Universidade de Lisboa. Faculdade de Letras. Departamento de Estudos Clássicos. Lisboa, Portugal, 2010.
- [2] BISCUOLA, G. J; DOCA, R. H; BÔAS, N. V. **Física: Ensino Médio**. São Paulo: Editora Saraiva, 2018.
- [3] BROWN, J., HOROWITZ, T.; MASSEY, G. J. **Thought Experiments in science and philosophy**. Savage, MD: Rowman and Littlefield, 1991. p. 121-128.
- [4] GUIMARÃES, L. A. M.; BOA, M. C. F. **Termologia e óptica**. São Paulo: Editora Harbra, 1997.
- [5] HOROWITZ, T.; MASSEY, G. J. **Thought Experiments in science and philosophy**. Savage, MD: Rowman and Littlefield, 1991.
- [6] KIOURANIS, N. M. M.; SOUZA, A. R. de; SANTINFILHO, O. **Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, nº 1, p. 1-16, . São Paulo, jan./mar., 2010.
- [7] KUHN T., **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Editora: Perspectiva, ed: 5. (Perspectiva, São Paulo, 1964).
- [8] MACH, E. **L'expérimentation mentale**. In: MACH, E. **La connaissance et l'erreur**. Paris: Flammarion, 1913. p. 197-221.
- [9] MCALLISTER, J. W. **The evidential significance of thought experiment in science**. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 27, p. 233-250, jun., 1996.
- [10] NEWTON, I. **Philosophia e Naturalis Principia Mathematica**. 1st. ed. London: Dawson & Sons, 1687.

- [11] PEREIRA, M. R. S. **Considerações sobre a epistemologia dos experimentos mentais.** Conjectura: filosofia e educação, v. 20, nº 2, p. 181-197, Caxias do Sul, set./dez., 2015.

- [12] SILVA FILHO, W. S. da; SANTOS, R. P. dos. **O uso da literatura de Cordel como Texto Auxiliar no Ensino de Ciências no Ensino Fundamental,** p 1-16, XV SSBEC - Simpósio Sul brasileiro de Ensino de Ciências, Canoas, jan., 2008.

- [13] SILVA, P. R. **Interação forte e eletromagnetismo.** Artigos Gerais. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, nº 3, 3305-1 - 3305-5, São Paulo, 2008.

- [14] SILVA, S. L. L. da. **A primeira Lei de Newton: uma abordagem didática.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, nº 3, São Paulo, 2018.

- [15] TAUHATA, L.;SALATI, I.;PRINZIO, R. D.; PRINZIO, A R. D. **Radioproteção e Dosimetria:** Fundamentos. 10ª revisão. Abril/2014. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2014.