

O cabo de guerra bidimensional e a soma de forças: preâmbulo para a compreensão das leis de Newton

.....

Marcelo Cordeiro Fonte Boa*
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

RESUMO

Neste artigo apresentamos uma variante da famosa brincadeira “cabo de guerra” como recurso motivacional para o entendimento das características das grandezas vetoriais. Seu uso sugere a introdução do tratamento vetorial de grandezas físicas e justifica a regra para a soma de vetores. Esse uso pode ser entendido como passo preparatório para a apresentação vetorial das leis de Newton.

Palavras-chave: equilíbrio; grandeza vetorial; soma vetorial

.....

1. Introdução

A visão de que a “física é uma matéria difícil” é amplamente veiculada pelo senso comum, pela mídia e até mesmo por alguns professores. Não é sem motivo que a maioria dos alunos da Educação Básica a vê como verdadeiro “bicho de sete cabeças”, acreditando, *a priori*, que, seja qual for o assunto a ser estudado, deverá se tratar de conteúdo muito difícil, inacessível ao “aluno comum”, somente ao alcance dos alunos “mais inteligentes” e/ou dos *nerds*.

Infelizmente, esse estereótipo é confirmado por aulas que desconsideram o aspecto motivacional e tentam construir a aprendizagem sem respeitar características individuais, ritmos e aptidões dos estudantes.

Embora a aprendizagem possa ocorrer em âmbito coletivo, ninguém aprende pelo outro. Sustentamos que o ato de aprender é essencialmente individual. Os indivíduos aprendem em seus ritmos próprios, quando querem e se esforçam para isso.

O reconhecimento de que há uma característica individual no modo com que cada pessoa aprende – estilo de aprendizagem – e a identificação de que há diferenças básicas nas formas de apreender e relacionar os dados da realidade – estilo cognitivo – implica forçosamente na revisão e atualização dos processos de ensinar e aprender [1].

Costumamos mesmo dizer que: “não ensinamos, os alunos é que aprendem”, desde que o queiram e se esforcem para tal, obviamente. E essa questão nos remete ao principal obje-

vo e maior desafio para o magistério de qualquer disciplina: *o fazer querer*.

Defendemos que o fator motivacional, evidentemente importante, deva ser considerado com muita atenção. Ousamos dizer que nele reside a “mola mestra” para a aprendizagem. Todavia,

como regra, e lamentavelmente, a apresentação da maioria dos temas de física não é motivadora, sendo no mais das vezes desconectada do cotidiano dos estudantes.

É nesse contexto

que vemos boa oportunidade para propor novas abordagens. Acreditamos que o ensino de física se moderniza com a utilização dessas novas abordagens para temas que, a nosso ver, são fundamentais para o que desejamos desenvolver com os estudantes.

Desse modo, propomos a atividade do cabo de guerra bidimensional, considerando que:

1. Os alunos chegam em sala de aula trazendo concepções desenvolvidas com base nas experiências adquiridas em suas vivências [2-5], sendo inicial e particularmente interessante analisar as concepções que possuem sobre a relação da força com o movimento;
2. Não é incomum que tais concepções sejam compatíveis com ideias já superadas, porém que em algum momento histórico tenham sido ideias “oficialmente aceitas como corretas”, tais como o foram, para a relação força-movimento, as ideias aristotélicas e posteriormente as medievais (teoria do ímpeto); [6]
3. Esses alunos estão se iniciando no

O estereótipo da “física como um “bicho de sete cabeças”, é confirmado por aulas que desconsideram o aspecto motivacional e tentam construir a aprendizagem sem respeitar características individuais, ritmos e aptidões dos estudantes

*Autor de correspondência. E-mail: mcfonteboa@gmail.com.

raciocínio formal [7], mas ainda necessitam do concreto para uma efetiva compreensão do que lhes está sendo apresentado;

4. A condição de equilíbrio estático, em contraposição ao “desequilíbrio”, gera bons argumentos para a apresentação das leis de Newton, permitindo interessante confronto entre as mencionadas concepções dos alunos e situações práticas;
5. O caráter vetorial das grandezas físicas é bastante sofisticado para quem inicia seus estudos e a experiência sugere que demonstrações experimentais desse caráter facilitam sua aprendizagem.

Assim, antes de adentrarmos direta e propriamente nas ideias newtonianas, normalmente propomos diversas situações e/ou atividades motivadoras que visam favorecer a reflexão dos alunos sobre tais ideias, particularmente no que se refere à relação entre força e movimento.

2. O cabo de guerra

A brincadeira (ou prova) conhecida como cabo de guerra é amplamente difundida entre os alunos, além de ser facilmente entendida. Não é necessário muito tempo para explicá-la e é bastante motivadora quando devidamente introduzida em aula. Por este motivo, presta-se à exploração de várias perspectivas associadas às leis de Newton, particularmente aquelas que põem em contraposição equilíbrio vs. desequilíbrio.

Interessante aplicação dessa brincadeira, que temos sugerido aos nossos alunos com sucesso, encontramos na simulação “Forças e movimento: noções básicas” [8] do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade do Colorado, Boulder, uma vez que ela roda em *smartphones* com acesso à internet. Tem sido útil indicar sua utilização na fase inicial do trabalho com os estudantes.

Outra interessante abordagem que encontramos na literatura registra o uso do cabo de guerra como recurso para a discussão da 3ª lei e da força de atrito [9]. Embora o objetivo da atividade relatada tenha sido outro, trata-se de uma proposta lúdica e motivadora na apresentação dos conteúdos. Porém, vale observar que explora o cabo de guerra dentro da perspectiva tradicional, ou seja, o cabo de guerra unidimensional, como o representado na Fig. 1.

Todavia, a atividade que propomos

explora o cabo de guerra em uma perspectiva bidimensional, como a representada pela Fig. 2.

Nossa proposição situa três competidores (ou equipes) exercendo forças nas extremidades de um “cabo de 3 pontas” devidamente preparado para o confronto, como mostra a Fig. 3.

Antes de levar a atividade a efeito, os alunos são instigados a pensar sobre as condições da competição, desde a situação de equilíbrio inicial, para que a atividade se inicie como uma “partida equilibrada” até a condição final da vitória, pois cada participante (ou equipe) deverá competir simultaneamente contra os outros dois.

Para tanto, os participantes são colocados para competir usando um cabo que possui três pontas, devidamente preparado com uma emenda no



Figura 1 Cabo de guerra convencional.



Figura 2 Cabo de guerra bidimensional.



Figura 3 Cabo de guerra bidimensional (vista lateral) com alunos em sala de aula.

“meio”, como mostram as Figs. 4 e 5.

3. Explicando a bidimensionalidade

No caso do cabo de guerra convencional, é relativamente fácil argumentar que a situação de equilíbrio inicial ocorre quando os dois competidores esticam a corda com a mesma força e em oposição, ou seja, em uma perspectiva bidimensional formam um ângulo de 180° entre si, como se pode perceber no esquema ilustrado na Fig. 6, que divide a circunferência em duas partes iguais.

No cabo de guerra bidimensional, para que haja uma luta justa, a condição de equilíbrio inicial deverá ser equivalente, com os competidores esti-



Figura 4 Cabo de três pontas utilizado.



Figura 5 Detalhe da emenda no “meio”.

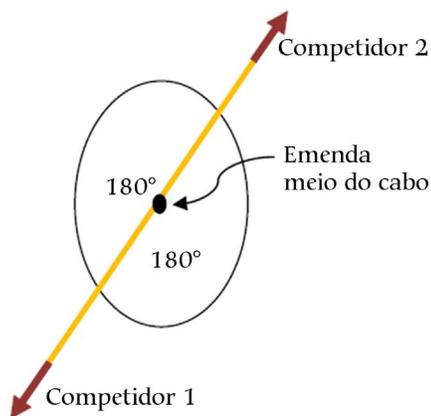


Figura 6 Cabo de guerra convencional.

cando a corda com a mesma força e “em oposição”, só que nesse caso deverão estar dispostos de tal modo que agora “dividam” a circunferência em três partes iguais, formando, por conseguinte, ângulos de 120° entre si, como se pode observar no esquema de “vista superior” ilustrado pela Fig. 7.

Também não é difícil para os alunos compreenderem que, nessa situação bidimensional, como cada participante está competindo simultaneamente contra os outros dois, para que alguém efetivamente ganhe a prova deverá vencê-los também simultaneamente. E, para que isso ocorra, o “meio” do cabo deverá sair do círculo central dentro de uma das áreas ilustradas na Fig. 8.

No entanto, se o “meio” do cabo sair do círculo central exatamente sobre a linha que separa as áreas 1 e 3, teremos uma situação de empate, na qual os competidores 1 e 3 terão ganhado em

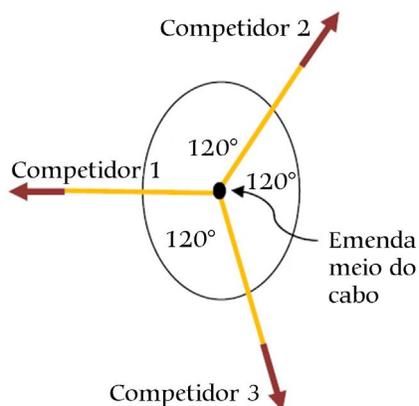


Figura 7 Cabo de guerra bidimensional.

conjunto do competidor 2, mas terão empatado entre si, pois, nesse caso, se o competidor 2 largar o cabo a situação se configurará como a do cabo de guerra convencional, com os competidores 1 e 3 em oposição direta.

4. Considerações finais

Normalmente essa atividade é realizada em uma aula dupla, explorando-se seus resultados em mais uma ou duas aulas.

Esse inusitado cabo de guerra bidimensional se mostra bastante interessante para os alunos, ao mesmo tempo em que nos permite trabalhar o caráter vetorial das forças aplicadas, sendo excelente momento para iniciarmos a discussão sobre os efeitos causados pelas forças que atuam simultaneamente em duas direções.

É particularmente interessante verificar a facilidade com a qual é possível encaminhar o entendimento da condi-

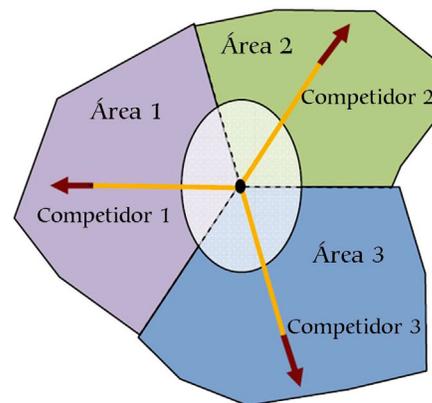


Figura 8 Áreas dos competidores.

ção de equilíbrio para três forças iguais, coplanares e concorrentes.

De nossa parte, temos tido êxito em iniciar a descrição do caráter vetorial das grandezas físicas através do estudo das forças, sua representação e soma, como pode ser visto na unidade II do volume *Mecânica* [10] da *Coleção Física* de nossa autoria, em conjunto com o prof. Luiz Alberto Guimarães.

Trata-se também de excelente oportunidade para iniciar a discussão sobre a questão do equilíbrio e do desequilíbrio, levantando concepções previamente à apresentação da visão newtoniana.

Agradecimento

Ao Prof. Jorge Simões de Sá Martins, uma de minhas referências como professor de física e meu orientador, pela leitura crítica e sugestões para a melhoria do texto.

Referências

- [1] M.C. Natel, R.M.L. Tarcia e D. Sigulem, *Revista Psicopedagogia*, **30**, 92 (2013).
- [2] G.J. Posner, K.A.Strike, P.T. Hewson, W.A. Gertzog, *Science Education* **66**, 211 (1982).
- [3] D. Gil-Perez, *Enseñanza de las Ciencias* **12**, 154 (1994).
- [4] A.M.P. Carvalho, A. Vannuchi, *Investigações em Ensino de Ciências* **1**, 3 (1996).
- [5] E.F. Mortimer, *Investigações em Ensino de Ciências*, **1**, 20 (1996).
- [6] L.A.M. Guimarães, “*Concepções Prévias*” x “*Concepções Oficiais*” na Física do 2º Grau. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, UFF-RJ, 1987.
- [7] M.R. Terra, *O Desenvolvimento Humano na Teoria de Piaget*. Disponível em <https://www.unicamp.br/iel/site/alunos/publicacoes/textos/d00005.htm>, acesso em 09/01/2020.
- [8] https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/forces-and-motion-basics, acesso em 09/01/2020.
- [9] D.S. Freitas, W.F. Ferreira, S.R.V. Ustra, in: *ATAS do XX SNEF 2013*, SBF, São Paulo, 2013, p. 1.
- [10] L.A.M. Guimarães, M.C. Fonte Boa, *Física (para o Ensino Médio)- Mecânica* (Galera Hipermídia Editora e Distribuidora Ltda., Niterói, 2005), p. 67-122.