
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS E CONCEITOS INTUITIVOS¹

Luiz O. Q. Peduzzi
Departamento de Física – UFSC
Florianópolis – SC

Introdução

Tarefas que envolvem a solução de problemas são de amplo uso em Física. São geralmente empregadas como forma de testar a compreensão do aluno sobre os conteúdos que foram apresentados e discutidos pelo professor em sala de aula. Na resolução destes, no entanto, um procedimento habitual por parte do estudante, em cursos de Física Geral, consiste em conferir a sua resposta com a do problema e seguir adiante, passando à resolução de um outro exercício, sem maiores indagações sobre o resultado encontrado ou sobre a situação com que se deparou. A própria forma com que os problemas são normalmente propostos – geralmente visando estabelecer apenas uma ligação entre os dados, tomados como ponto de partida, e as quantidades desconhecidas a serem calculadas – certamente influi bastante nessa atitude do aluno. Cabe então ao professor tentar mudar esse comportamento, sugerindo e estimulando um maior questionamento dos problemas. Ao formular e responder perguntas sobre algum aspecto da questão que lhe tenha chamado a atenção ou que ele julgue ser importante para a sua melhor compreensão, o aluno automaticamente estará evitando um aspecto negativo muitas vezes presente no desenvolvimento da solução, denominado resolução mecânica. Esta ocorre quando o estudante soluciona uma dada situação, mas não a compreende bem. Uma fonte geradora desse mecanismo é o que Clement⁽¹⁾ denomina conhecimento centrado em fórmula isto é, o estudante utiliza uma equação corretamente e chega a um resultado, mas a idéia da situação física envolvida é fraca. Com isso ele pode utilizar um tipo de representação com su-

¹ Comunicação apresentada na 38^a Reunião anual da SBPC em Curitiba, que aconteceu no período de 9 a 16 de julho de 1986.

cesso (por exemplo, uma fórmula), mas ter muita dificuldade com outra forma de representação da mesma situação (um gráfico, por exemplo).

Uma importante variável neste questionamento é as idéias intuitivas do aluno, que podem ter uma influência muito grande e mesmo interferir negativamente em relação a sua compreensão da situação problema.

As concepções espontâneas dos estudantes têm sido objeto de estudo e discussão em diversos trabalhos recentemente realizados (Sebastia⁽²⁾, Zylbersztajn⁽³⁾, Peduzzi e Peduzzi⁽⁴⁾, Axt⁽⁵⁾). Elas:

a) constituem um esquema conceitual com amplo poder explicativo;

b) não são, em geral, concordantes com os conceitos, leis e teorias que os alunos têm que aprender (o que faz com que dêem respostas erradas do ponto de vista científico);

c) são muito resistentes a mudanças.

Neste trabalho discute-se dois problemas de mecânica em que suas soluções corretas contrastam com as idéias intuitivas que muitos alunos mantêm nessa área. A forma de questionar o estudante, como será apresentado nas próximas seções, revela uma tentativa de estimulá-lo em direção a uma solução significativa de problemas.

O problema de dois objetos pendentes de uma polia - Técnica 1

Nesta seção sugere-se uma seqüência de ações preliminares em relação a uma dada situação problema, que gera respostas intuitivas por parte do estudante, antes de envolvê-lo com a solução formal do problema, com o emprego do formalismo apropriado e com a subsequente discussão da resposta encontrada.

Primeiramente, o estudante responde um teste escrito com uma (ou mais) questão de múltipla escolha em que ele deve justificar a sua resposta (o aluno levanta hipóteses e apresenta a sua solução). A seguir, realiza-se a experiência pertinente à situação problema e promove-se uma ampla discussão (o estudante pode, então, constatar se as suas predições estão ou não de acordo com o resultado da experiência e expor as suas idéias). A etapa final envolve a resolução quantitativa do problema com o formalismo apropriado.

Esse procedimento, semelhante ao desenvolvido por Gunstone e White⁽⁶⁾, foi seguido em sala de aula com um grupo de calouros de engenharia em relação à situação problema mostrada na Fig. 1. Esse tipo de questão, como comentam os autores citados, que aborda algumas

questão, como comentam os autores citados, que aborda algumas situações bastante interessantes com objetos pendurados em uma roda de bicicleta, gera muitas respostas intuitivas.

As frequências de respostas dos alunos para a questão da Fig. 1 estão ao lado de cada uma das alternativas propostas. Através do que responderam os estudantes (e por suas justificativas) pode-se prever a sua surpresa quando, após ser montado o dispositivo experimental e realizada a experiência (pelo professor para todo o grupo), constatam que os blocos continuam imóveis. Durante as discussões, em que se comentou as limitações do experimento, houve tentativas, por parte de alguns alunos, de atribuírem ao atrito no sistema a razão dos objetos não se movimentarem.

A resolução quantitativa do problema, mostrando aos estudantes que a força resultante sobre cada um dos blocos é nula independentemente deles se encontrarem ou não um ao lado do outro, fornece elementos adicionais para o aluno compreender melhor a situação.

As mesmas etapas já sugeridas, foram seguidas em relação a uma outra questão do teste que, pelas respostas e explicações dadas pelos alunos, resulta também de difícil compreensão por parte destes, principalmente porque relaciona movimento com força resultante nula. A situação envolve, novamente, dois blocos de mesma massa que pendem livremente de uma polia e estão inicialmente em repouso. Um pequeno objeto é colocado sobre um dos blocos e logo a seguir é retirado. A pergunta consiste em como se comportará o sistema depois de retirada a massa adicional, numa situação ideal de ausência de atrito.

Quando a experiência demonstrativa é feita, os estudantes observam que os corpos continuam a se movimentar depois de retirada a massa adicional e que estes acabam parando (mas que certamente não oscilam, como foi a resposta predominante dada à questão). Discutindo-se a situação e comentando-se as limitações da experiência, os alunos parecem aceitar com boa compreensão que os objetos se movimentariam com velocidade constante se todo o atrito no sistema pudesse ser eliminado.

Com esses dois exemplos, ilustra-se as duas situações possíveis de força resultante externa nula sobre um sistema: uma que envolve velocidade nula e outra que resulta em movimento retilíneo uniforme. Também fornecem subsídios para uma melhor discussão do problema da Máquina de Atwood, sugerido como exemplo ou exercício em vários livros-textos (Halliday e Resnick⁽⁷⁾, Eisberg e Lerner⁽⁸⁾). Para o grupo de alunos envolvidos com as duas situações mencionadas, este problema (Fig. 2) foi posteriormente resolvido como exemplo, numa aula

foi posteriormente resolvido como exemplo, numa aula de exercícios, utilizando a conservação da energia mecânica. A velocidade encontrada é:

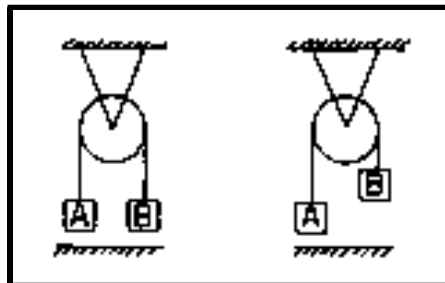
$$V = \sqrt{\frac{2g(M - m)(x + y)}{M + m}}$$

A partir dessa expressão, o aluno pode constatar que:

a) quanto maior a diferença entre as massas, maior é V (mantendo-se x e y fixos); um resultado que concorda com o seu senso intuitivo;

b) quando as massas são iguais, os corpos não se movimentam; resultado que representa mais uma reafirmação do que anteriormente havia sido discutido em dinâmica.

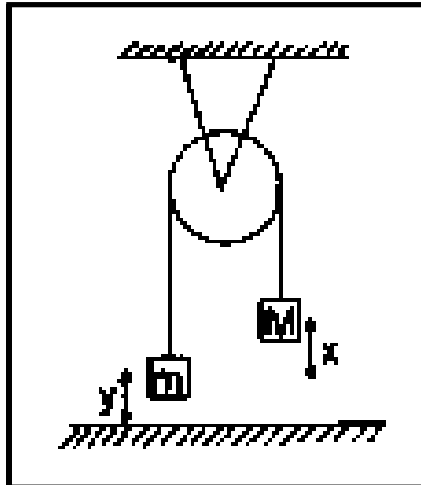
Teste: *Dois corpos A e B pendem livremente das extremidades de um fio que passa por uma roldana e estão a uma mesma altura do solo. A massa do fio é considerada desprezível (nula). Mantendo-se o bloco A na sua posição original e diminuindo-se o fio que sustenta B, (por exemplo cortando-se parte do fio e pendendo-se novamente o bloco B ao fio restante) este fica numa posição mais alta em relação ao solo do que A (Fig. 1). Liberando-se o conjunto na posição iniciada na Fig. 1, assinale qual das alternativas abaixo você julga ser correta. (Despreze qualquer atrito no sistema.)*



- (6) o corpo A sobe e o corpo B desce até permanecerem juntos (um ao lado do outro);
- (-) o corpo A sobe e o corpo B desce até o corpo B tocar no solo;
- (4) o corpo B sobe e o corpo A desce até o corpo A tocar o solo;
- (7) o corpo A e o corpo B não se movimentam;
- (19) o corpo A e o corpo B oscilam até permanecerem juntos (um ao lado do outro);
- (1) se você não concorda com nenhuma das afirmativas dê a sua própria resposta.

Explique a sua resposta.

Problema: O conjunto mostrado na figura é liberado a partir do repouso quando a separação entre \underline{M} e \underline{m} é \underline{x} , estando \underline{m} a uma distância \underline{y} do solo. Encontre (usando considerações de energia) a velocidade com qual \underline{M} se choca contra o solo. Despreze o atrito.



O problema de dois blocos descendo um plano inclinado -Técnica 2

Em um procedimento alternativo ao relatado na seção anterior e que não envolve a realização de uma experiência, o aluno recebe um teste escrito e depois um problema, com dados numéricos, sobre a mesma situação do teste. O conflito cognitivo fica estabelecido na medida em que, utilizando o formalismo físico, o resultado numérico do seu problema “não confere” com o que ele havia previsto intuitivamente, ao responder o teste. As Fig. 3 e 4, teste e problema, relativos à compreensão das 2^a e 3^a leis de Newton, ilustram essa situação.

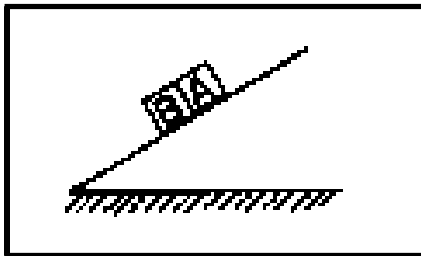
Entre alunos de Química e Matemática (de 2^a fase) e calouros de Engenharia (os mesmos envolvidos no relato anterior) são muitas as idéias intuitivas que, sem dúvida, interferem na solução correta do problema. Na situação 2 da Fig. 3, por exemplo, muitos argumentam que não há contato entre os blocos porque o bloco B desce com maior velocidade do que o A. Para eles isso ocorre porque na direção do movimento a componente do peso de B é maior do que a componente do peso de A. Esse seria exatamente o motivo de haver contato entre os blocos na situação 1. Uma outra dificuldade reside na não compreensão da 3^a lei de Newton.

Para aqueles que prevêem força de contato e na resolução do problema encontram que esta é nula, há o confronto entre a intuição

inicial e o que mostra o resultado do problema. A compreensão do problema acontece quando o aluno entende que, como os corpos estão sujeitos a uma mesma aceleração ($g \sin \theta$), independentem do valor de suas massas; o corpo A não exerce força sobre o corpo B e vice-versa.

Teste: *Em cada uma das situações seguintes você deverá representar a(s) força(s) que age(m) sobre dois blocos A e B que descem um plano inclinado liso. Utilize, obrigatoriamente, vetores com divisões como forma de indicar quando uma força é maior ou menor do que outra. Comente as suas respostas.*

Situação 1: $m_A > m_B$



Situação 2: $m_A < m_B$

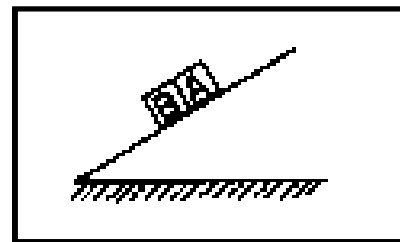


Fig. 3

Problema: *Dois blocos A e B, de massas respectivamente iguais a 10 Kg e 5 Kg, descem um plano inclinado liso de 30° . Determine a força de contato entre os blocos.*

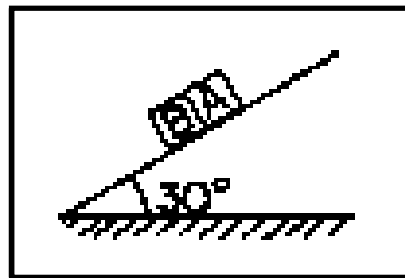


Fig. 4

Conclusões

As técnicas apresentadas nas seções 2 e 3, aplicáveis em sala de aula a um grande número de alunos, têm o duplo propósito de comentar e discutir idéias intuitivas diretamente relacionadas à resolução de problemas e de estimular o estudante a uma maior indagação acerca dos problemas que ele deve resolver.

Mostrar explicitamente ao aluno que ele possui idéias intuitivas e estabelecer um confronto destas com o resultado de um problema e/ou de uma experiência é importante para que ele comprove que algumas de suas idéias não servem para interpretar determinadas situações. O resultado, como enfatiza Solis Villa⁽⁹⁾, pode ser a insatisfação e falta de confiança em seu esquema conceitual intuitivo que, desta forma, perderá resistência, tornando possível a mudança conceitual.

Tanto essa mudança como a que acontece na atitude do aluno em relação à solução de problemas são bastante lentas. Observações feitas acerca do comportamento geral dos alunos que passaram pelas experiências descritas neste trabalho revelam que:

- a) o estudante sofre um impacto natural ao constatar que suas intuições “não são corretas” e isto o deixa confuso;
- b) o aluno não está acostumado a questionar nem os problemas, nem as respostas que encontra;
- c) muitos alunos não se sentem estimulados a aprender Física;
- d) os estudantes freqüentemente apresentam muitas dificuldades para resolver problemas.

Para se operar o tipo de mudança pretendido neste trabalho, é imprescindível a organização de um curso de Física Geral que priorize ações como as desenvolvidas nas seções 2 e 3 e que elas sejam freqüentes ao longo do semestre. Não se pode esperar que a resolução de problemas, nos moldes como normalmente são propostos ao aluno, meramente como exercícios de aplicação de teorias que contradizem o seu senso intuitivo, possa contribuir para promover essas mudanças. Sobre a solução rotineira e superficial de problemas e questões, comenta Milkent⁽¹⁰⁾:

“À medida que permanecemos dentro dos limites de nossos ensinamentos os estudantes podem responder exatamente como nós os treinamos. Faça alguma coisa fora destes limites e muitos comportamentos não previsíveis podem resultar. Se não tivermos consciência destes limites, poderemos ser levados a acreditar que ensinamos a nossos alunos muito mais do que eles realmente aprenderam – uma situação que provavelmente existe muito mais freqüentemente do que estamos dispostos a admitir”.

Referências Bibliográficas

1. CLEMENT, J. Solving problems with formulas: some limitations. Engineering Education, November 1981.

2. SEBASTIA, J. M. Fuerza y movimiento: La interpretación de los estudiantes. Enseñanza de Las Ciencias, 2 (3): 161-9, 1984.
3. ZYLBERSZTAJN, A. Concepções espontâneas em Física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. Rev. Ens. Fis., 2 (2): 3-16, 1983.
4. PEDUZZI, L.O.Q. & PEDUZZI, S.S. Força no movimento de projéteis. Cad. Cat. Ens. Fis., 38 (3): 114-27, 1985.
5. AXT, R. Conceitos intuitivos em questões objetivas aplicadas no concurso vestibular unificado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ciência e Cultura, 38 (3): 444-52, 1986.
6. GUNSTONE, R.F. & WHITE, R.T. Understanding of gravity. Science Education, 65 (3): 291-9, 1981.
7. HALLIDAY, D. & RESNICK, R. Física. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1984. v. 1.
8. EISBERG, R.M. & LERNER, L.S. Física: fundamentos e aplicação. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1982. v. 1.
9. SOLIS VILLA, R. Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias. Enseñanza de Las Ciencias, 2 (2): 83-9, 1984.
10. MILKENT, M.M. It's time we started paying attention to what students don't know. Science Education, 61 (3): 409-13.