

Um Instrumento para identificar as dificuldades de alunos do Ensino Médio na resolução de problemas de Física

Sandra Del Carlo

Introdução

Os alunos de minhas aulas de Física que participaram desta avaliação mostravam que, apesar do interesse e da participação efetiva, o aproveitamento não era suficiente devido às dificuldades com esse componente curricular. Durante as atividades experimentais e discussões em sala de aula tais dificuldades praticamente não existiam e só surgiam nas avaliações individuais em alguns aspectos.

Para tentar identificar essas dificuldades, passamos a optar por uma nova organização da avaliação trimestral que envolvesse os diferentes aspectos dessa ciência trabalhados em aula. Assim, o conteúdo foi dividido em aspectos conceitual, experimental e de formalização ou aplicação das equações.

As avaliações trimestrais passaram a ter três partes, cada uma correspondendo a um desses aspectos e, para que os alunos se preparassem para elas, receberam orientações de estudos específicas. Esse procedimento mostrou o que era perceptível nas aulas: a maioria dos alunos não apresentava grandes dificuldades nos aspectos conceitual e experimental, as maiores dificuldades em Física entre os alunos do segundo ano do ensino médio ocorriam na resolução de problemas para a aplicação de equações. Mas, como saber os tipos de dificuldades para buscar meios de superá-las?

Optamos por uma avaliação parcial com alguns dos problemas parcialmente resolvidos e que o aluno deveria completar essa resolução com a etapa que estivesse faltando.

Desenvolvimento

A resolução de problemas constitui-se em um dos conteúdos curriculares da educação básica presente nas três áreas de conhecimento ao possibilitar o desenvolvimento de habilidades e estratégias relacionadas à “hábitos de raciocínio objetivo, sistemático e rigoroso, e que as aplique espontaneamente a situações da vida cotidiana” (POZO, 1998, 14p.). A utilização de problemas relacionados ao cotidiano tem origem na tendência atual da racionalidade pragmática na psicologia cognitiva e na solução de problemas que, segundo POZO (1998), constituem as formas de raciocínio determinadas pelo contexto e pelas metas da tarefa. Assim,

as diferentes áreas do currículo devem promover o uso de novas formas de raciocínio como objeto de ensino.

Na ciência, os raciocínios quantitativo e lógico são muito presentes porque fazem parte da análise de dados de pesquisas e da constituição das teorias, dos conceitos e modelos utilizados na resolução de problemas científicos e escolares.

Em Física e nas demais Ciências da Natureza, os problemas podem ser classificados em: escolar, científico e cotidiano e cada um deles possibilita o desenvolvimento de um conjunto de habilidades. O problema escolar é o objeto de estudo deste trabalho, porque entendemos que a resolução de problemas científicos estaria atrelada ao desenvolvimento do método científico abordado nos aspectos experimentais deste curso de física. Além disso, o problema escolar, segundo POZO (1998), encontra-se entre os problemas científico e cotidiano porque tem como objetivo “gerar nos alunos conceitos, procedimentos e atitudes próprios da ciência que servem não somente para abordar os problemas escolares, mas também para compreender e responder melhor às perguntas que possam ser propostas a respeito do funcionamento cotidiano da natureza e da tecnologia.” (78p.)

Os problemas escolares aqui estudados serão do tipo quantitativo, segundo a classificação de POZO (1998, 80p.), nos quais os alunos, ao manipularem dados numéricos, buscam chegar em uma solução numérica ou não. Nesses problemas, as informações são essencialmente quantitativas e, portanto, sua resolução baseia-se “no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de fórmulas.” (80p.) No Brasil, esse tipo de problema é bastante utilizado nas aulas de Física porque é o tipo que aparece com maior freqüência nos exames para ingresso nas universidades, principal destino dos jovens que finalizam o ensino médio.

POZO (1998) indica que os problemas escolares quantitativos apresentam vantagens e inconvenientes. As vantagens estão relacionadas a sua utilidade para atingir objetivos concretos, como: “ajudar o aluno a compreender os conceitos científicos por meio da aplicação de determinadas magnitudes aos cálculos; permitir a aprendizagem de habilidades, técnicas e algoritmos básicos para a aplicação da ciência a problemas concretos; familiarizar o aluno com a importância das medidas, da precisão, das magnitudes e das unidades utilizadas para medi-las etc.” (81p.)

Mas, um dos inconvenientes apontados por POZO (1998) e também identificado neste trabalho é que as dificuldades matemáticas podem se misturar às dificuldades de ciências, dificultando assim as possibilidades de intervenções que busquem superá-las. No entanto, concordamos com POZO (1998) ao assumirmos que o ensino de ciências, neste caso, a Física, e os dados numéricos e fórmulas na resolução de problemas constituem mais uma maneira de “facilitar a compreensão e a abordagem dos conceitos científicos” (82p.), suas teorias e modelos.

Para levantar e identificar as principais dificuldades dos alunos do segundo ano do ensino médio na resolução de problemas quantitativos de Física, elaboramos um instrumento de avaliação apenas com esse tipo de problema. As orientações da avaliação indicavam tanto o procedimento de resolução da prova quanto as etapas de resolução de problemas quantitativos de Física. As etapas do procedimento de resolução são:

A – Representação esquemática da situação descrita no enunciado.

B – Identificação de dados e incógnitas no enunciado e verificação das unidades.

C – Escolha da equação a ser utilizada considerando os dados e incógnitas.

D – Realização dos cálculos corretamente para obter a resposta do problema.

E – Apresentação da resposta final com a unidade correta.

Essas etapas de resolução de um problema quantitativo foram definidas para facilitar a localização das dificuldades apresentadas pelos alunos.

Havia 3 tipos de avaliação, sendo uma para cada segundo ano do ensino médio. As avaliações eram constituídas por 6 ou 7 problemas dos quais 3 ou 4 estavam parcialmente resolvidos e apresentavam quadros em branco para serem preenchidos pelo aluno com 1 ou 2 etapas do procedimento de resolução indicados nas orientações. Assim, o aluno deveria:

- identificar as etapas que já constavam na resolução;
- realizar 1 ou 2 etapas que restavam para completar a resolução do problema.

E nos 3 últimos problemas, os alunos tinham liberdade para resolver à sua maneira, optando ou não pelas etapas de procedimento de resolução.

Neste trabalho apresentaremos apenas a análise de uma das avaliações, porque os resultados se repetiram indistintamente nas três classes.

No segundo problema da avaliação, os alunos deveriam representar esquematicamente um bloco apoiado em um plano inclinado, indicando as forças que atuavam sobre ele: peso, normal e força de atrito.

No quarto problema da avaliação da mesma prova, o aluno deveria resolver o item (b) do problema, calcular o trabalho realizado pela força ao longo do deslocamento de 2 m, e resolver o item (c), realizar os cálculos corretamente para obter a resposta do problema que, neste caso, eram a velocidade do bloco e sua energia cinética no instante 2 s.

Durante a correção das avaliações, foram levantados os procedimentos que os alunos não realizaram e que se encontram no quadro 1. Esse quadro fornece detalhadamente o que cada aluno deixou de realizar.

QUADRO 1

Questões	Alunos do 2º A
1) a) Não anota o valor da massa em kg.	9, 6, 17, 3, 1, 13
b) Não anota que $v_i = 0$.	9, 7, 15, 4, 11, 20, 18, 3, 8, 14, 19, 13, 10
c) Não anota a velocidade final igual a 10 m/s.	9
d) Não representa esquematicamente a situação do problema.	3, 8
2) a) Não representa corretamente o ângulo de inclinação.	18, 8, 19
b) Não representa a força peso na vertical.	15, 18, 3, 8
c) Não representa a força normal perpendicularmente ao plano de apoio.	15, 11, 17, 3, 1, 8, 10
d) Não representa a força de atrito no sentido oposto ao deslocamento.	15, 3, 1, 8, 19, 10, 16
e) Não representa as forças que atuam no corpo que desliza no plano inclinado com atrito.	7, 4, 21, 3, 20, 2
f) Não desenha nem o plano inclinado corretamente.	9, 6, 13
3) a) Não calcula a energia mecânica ao longo do deslizamento.	1, 20, 10, 16
b) Não identifica a energia dissipada como a diferença entre as energias mecânicas.	6, 1, 8, 19, 21, 10, 16
c) Erra nos cálculos.	9, 5, 4, 18, 8, 19, 20, 12
d) Não apresenta a unidade correta da resposta.	6, 14, 20, 13, 10, 16
4) a) Não opta pela equação adequada aos dados do problema.	17, 20, 2
b) Erra nos cálculos.	7, 15, 5, 11, 14

c) Não apresenta a unidade correta do trabalho.	15, 10, 21, 14., 13, 11
d) Não utiliza o significado de aceleração para obter a velocidade depois de 2 s.	9, 15, 5, 1, 14, 19, 13, 12, 11, 2
e) Não apresenta a unidade correta da velocidade.	15, 12, 11
f) Não calcula a energia cinética corretamente com sua unidade.	9, 15, 5, 1, 14, 19, 13, 12, 11, 2
5) a) Não representa corretamente a situação esquemática.	1
b) Não opta pelas equações adequadas aos dados do problema.	
c) Não considera a conservação da energia ao longo do lançamento.	1
d) Erra nos cálculos.	
e) Não apresenta as unidades corretas das incógnitas (trabalho e deslocamento).	14
6) a) Não calcula a massa de água corretamente.	4, 11, 18, 12
b) Não transforma a unidade de x para metros.	4, 11, 18, 14, 12
c) Não calcula o trabalho pela área do gráfico F versus X.	
d) Erra nos cálculos.	
e) Não apresenta a unidade correta da resposta.	14
7) a) Não faz a transformação de unidade da massa.	
b) Não utiliza o dado: $Ec_f = 0,25.Ec_i$	
c) Erra nos cálculos.	
d) Não apresenta a unidade correta da resposta.	

No quadro 2 a seguir, encontra-se uma síntese das etapas do procedimento de resolução de problemas que não foram realizadas pelos alunos da classe analisada.

QUADRO 2

10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
TOTAL	2	16	17	7	8	6	14	12	1	1	0	0
												1

Algumas Conclusões

De maneira geral, a maior dificuldade parece se encontrar na primeira etapa da resolução de um problema: representar esquematicamente a situação descrita no enunciado. E isso se agrava quando a situação envolve conceitos complexos da geometria, como um plano inclinado. Esse resultado pode ser observado em uma comparação entre os resultados da questão 1A e da questão 2A: poucos alunos, apenas 2, deixaram de realizar a representação esquemática da situação do problema enquanto no problema 2, sobre plano inclinado, esse número passa a ser de 17. Esse resultado pode ser explicado porque os alunos têm maior facilidade para representar um bloco apoiado em um plano horizontal do que em um plano inclinado. Além disso, o aluno não precisava representar as forças atuantes no bloco do problema 1, mas sim, no do problema 2. Neste caso, a dificuldade estaria justamente em como representar a inclinação num plano e como essa situação alteraria a representação das forças.

Na etapa de realização dos cálculos a partir da equação matemática escolhida, é possível afirmar que as dificuldades são proporcionais à quantidade de equações a serem utilizadas, ou seja, quanto mais incógnitas o aluno deve determinar, maiores são as dificuldades. O número de alunos que deixaram de resolver essa etapa do problema 4D corresponde a 63% (14) dos alunos. Nesse problema, o aluno deveria calcular, para o bloco, o trabalho de uma força que atua sobre ele, a sua velocidade e energia cinética.

No que se refere à identificação de dados e incógnitas dos problemas, 16 alunos não a realizaram o que corresponde aproximadamente a 73%.

Problemas Identificados

1. Nos quadros em branco não era indicada a etapa de procedimento que o aluno deveria realizar.
2. Não foi indicada a possibilidade de escolha pessoal do aluno no processo de resolução dos últimos problemas.
3. No problema 1 da avaliação analisada, a idéia de que o bloco estaria apoiado num plano horizontal deve ser assumida justamente, porque não há informações que indiquem o contrário e essa é uma suposição muito comum em problemas de física.

Questões suscitadas

1. Se pudéssemos comparar as etapas não realizadas pelos alunos nos primeiros problemas com as resoluções nas quais tinham liberdade de escolha, poderíamos confirmar ou refutar as dificuldades identificadas em um primeiro levantamento?
2. Poderíamos assumir que é possível obter um levantamento das dificuldades individuais de cada aluno, caso analisássemos o quadro B na direção horizontal?

Referências bibliográficas

- DELIZOICOV, Demétrio. **Problemas e Problematizações**. In: *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*, PIETROCOLA, Maurício (org.). Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.
- PEDUZZI, Luiz O. Q. & PEDUZZI, Sonia S.. **Sobre o Papel da Resolução Literal de Problemas no Ensino da Física: exemplos em Mecânica**. In: *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*, PIETROCOLA, Maurício (org.). Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.
- POZO, Juan Ignácio (org.). **A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Avaliação Parcial de Física do 2º A (Não inclui as questões cujas respostas não foram analisadas.)

2º TRABALHO DE AVALIAÇÃO DE FÍSICA

Orientações: Esta avaliação refere-se à formalização dos seus estudos em Física. Ou seja, trata-se de uma prova com questões quantitativas de aplicação das equações referentes às energias da mecânica (potencial, cinética, elástica, trabalho de uma força). Para resolvê-la você deverá, em cada questão:

1. identificar os dados e incógnitas apresentados no enunciado e verificar se todos estão no mesmo sistema de unidades;
2. representar esquematicamente a situação descrita pelo enunciado;
3. analisar os dados e incógnitas para escolher a equação a ser utilizada;
4. realizar os cálculos matemáticos necessários para obter a resposta do problema;
5. apresentar a resposta final com a unidade adequada.

Esta avaliação tem um formato diferenciado porque você não deverá resolver integralmente todos os problemas, mas deverá, em alguns casos, completar a resolução baseando-se nas 5 etapas descritas acima. Nos problemas de 1 a 4 você deverá completar a resolução no quadro que se encontra em branco e nos problemas 5 a 7 você deverá resolver integralmente seguindo essas etapas. Cada quadro corresponde a uma das etapas da resolução.

Problemas

- 1) Sob a ação de uma força constante, um corpo de massa 4000 g adquire, a partir do repouso, a velocidade de 10 m/s.
- Qual é o trabalho realizado por essa força?
 - Se o corpo se deslocou 25 m, qual o valor da força aplicada?

--	--

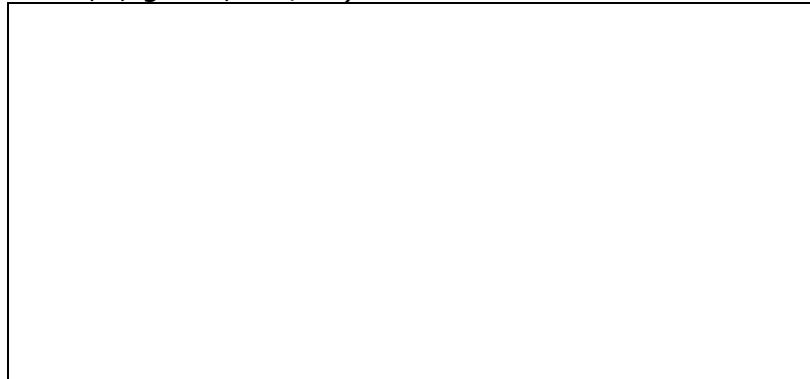
a) $\tau_F = Ec_f - Ec_i$
 $\tau_F = \frac{m.v_f^2}{2} - \frac{m.v_i^2}{2}$
 $\tau_F = \frac{4.100}{2} - 0$
 $\tau_F = 200J$

b) $\tau_F = F.d.\cos\theta$
 $200 = F.25.1$
 $F = 8N$

2) Um bloco de massa igual a 2 kg é abandonado no topo de um plano inclinado, a 400 cm de altura do solo. O ângulo de inclinação do plano é θ e o coeficiente de atrito entre o corpo e o plano são iguais a 0,25. Determine:

a) a aceleração do bloco;

b) o trabalho das forças peso e normal que atuam sobre o bloco, desde o instante da partida até o instante em que ele atinge o solo. (São dados: $\sin \theta = 0,6$; $\cos \theta = 0,8$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.)



$$m = 2\text{kg}$$

$$v_i = 0$$

$$h = 400\text{cm} = 4\text{m}$$

$$\mu = 0,25$$

$$a) a = ?$$

$$b) \tau_p = ?$$

$$\tau_N = ?$$

$$a) F_R = m.a$$

$$P \cdot \sin \theta - f_{at} \cdot \cos \theta = m.a$$

$$(2,9,8,0,6) - (0,25 \cdot 2,9,8,0,8) = 2.a$$

$$11,76 - 3,92 = 2.a$$

$$7,84 = 2.a$$

$$a = 3,92 \text{m/s}^2$$

$$b) \tau_N = 0$$

$$\tau_p = E_p - E_f$$

$$\tau_p = 2,9,8,4$$

$$\tau_p = 78,4J$$

3) Um esquiador de massa igual a 60 kg desliza de uma encosta, partindo do repouso, de uma altura de 50 m. Sabendo que sua velocidade ao chegar ao fim da encosta é de 20 m/s, calcule a perda de energia devida ao atrito. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

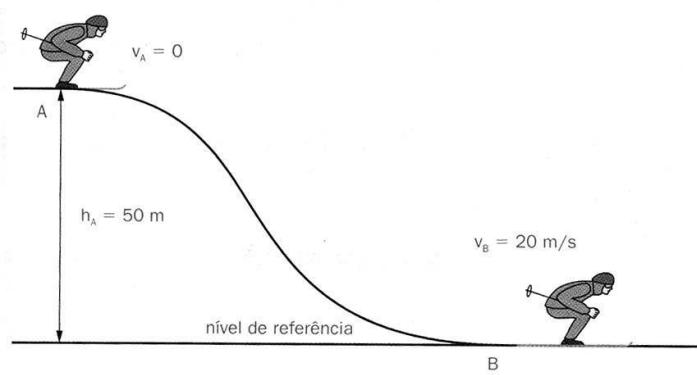
$$m = 60\text{kg}$$

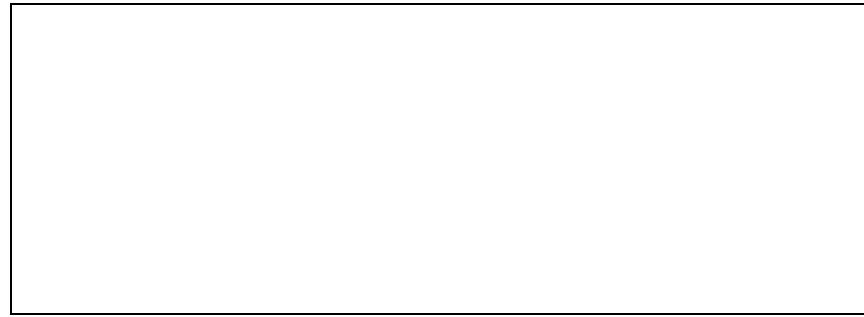
$$v_f = 20\text{m/s}$$

$$v_i = 0$$

$$E_{dissipada} = ?$$

$$h = 50\text{m}$$



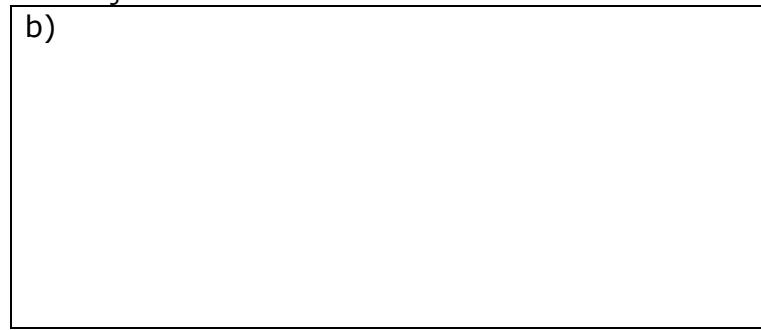


4) Um bloco de 1 kg é tracionado a partir do repouso por um fio que passa por uma roldana, sendo deslocado por 2 m com aceleração constante de 1m/s^2 , conforme a figura. Supondo aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , e admitindo o atrito do fio com a roldana e a resistência do ar desprezíveis, calcular:

- o módulo de \vec{F} ;
- o trabalho realizado pela força \vec{F} ao longo do deslocamento de 2 m;
- a velocidade do bloco e sua energia cinética no instante 2 s.

Resolução:

b)



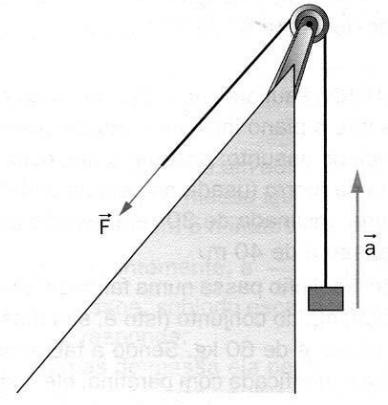
a)

$$F_R = m \cdot a$$

$$F - P = m \cdot a$$

$$F - 1 \cdot 10 = 1 \cdot 1$$

$$F = 11\text{N}$$



c)