HIDERALDO CORBOLIN GUEDES

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE FÍSICA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: AS RELAÇÕES DE PROPORCIONALIDADE COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS.

PRODUTO

CURITIBA, 2015

HIDERALDO CORBOLIN GUEDES

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE FÍSICA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: AS RELAÇÕES DE PROPORCIONALIDADE COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS

Produto da dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação Científica e Tecnológica do Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica – FCET da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Mario Sérgio Teixeira de Freitas

CURITIBA

2015

INTRODUÇÃO

Ao se falar de “professor”, repetidas vezes busca-se imprimir afeto no trabalho por ele desenvolvido, fator presente na atividade de educar (BIAZUS, 2000, p.26). Esta visão afetiva, quase santa, da profissão daquele responsável pela educação formal, é aceita quase que por todas as outras classes de profissões. Não obstante, a formação desses professores, em especial neste trabalho os de Física, tem de ser levado em consideração quando se fala em qualidade de ensino e sucesso na tarefa de formar cidadãos capazes de participar da vida socioeconômica, política e cultural do País (MEES, 2004, p.93). O modo como um professor é formado, vai, sem sombra de dúvida, influenciar na maneira em que ele vai exercer sua prática pedagógica. O modelo de formação profissional de professores nas universidades vem se constituindo, segundo Borges (2,006, p.137), de “três etapas: ensinar aos estudantes a ciência básica relevante; ensinar a ele a ciência aplicada relevante; dar a eles um ‘praticum’ – espaço para praticar- aonde possam aplicar essa ciência aos fatos cotidianos”. É natural que ao exercer a sua profissão o professor de física, assim como eu, também execute essas etapas. É o que ele conhece e foi treinado a fazer. Assim, como éramos meros receptores e transmissores mecânicos de conteúdos, nossos alunos também o serão.

Após tanto tempo repetindo os mesmos temas em sala de aula conseguimos realmente entende-los, passando de uma aprendizagem mecânica para uma aprendizagem mais significativa. A transmissão automática de conteúdos é a maneira do professor se sentir “confortável” em sala de aula. Esta é uma das razões da continuidade da aprendizagem mecânica nas escolas, mantendo as velhas atitudes coercitivas (como por exemplo “vai cair na prova”, “sua nota será baixa”, “vai reprovar”...) ainda viva.

Para uma mudança nesse quadro é necessário que o professor deixe de lado as desculpas tão comuns em nosso meio de trabalho, e passe a inserir na sua prática de sala de aula as teorias de aprendizagem. Para isso, devemos estuda-las e entende-las. Portanto, é imprescindível a leitura das mesmas. A experiência de anos de magistério, sempre trabalhando em escola pública, me fez notar que o conceito de formação continuada do corpo docente se resume à simples leitura, em semanas pedagógicas, de textos, geralmente orientada por indivíduos incapacitados e que usualmente não possuem um entendimento adequada do que se está estudando. Desta maneira, as várias teorias de ensino ficam de fora da vida de educadores e as aulas são as mesmas recebidas durante a sua formação. Portanto, o Professor não valoriza a parte pedagógica do ensino e quando discute o assunto, o faz de forma mecânica (MEES, 2004, p.106).

A reclamação sobre a metodologia de ensino utilizada pelos docentes é até certo ponto justificada pela sua formação, mas também pela falta de interesse do próprio professor em buscar novas alternativas. O cotidiano escolar, tem mostrado que qualquer tentativa de mudança sofre resistência pela comunidade escolar, muito mais pelos professores do que pelos alunos. Creio que não existem receitas prontas, e, muitas vezes tentativas bem-sucedidas em uma turma ou escola não funcionam em outras. Apesar da inexistência de fórmulas prontas, qualquer tentativa de mudança nasce da coragem de começar algo novo. Diante disso, antes de submeter-se a receitas prontas daquilo que não tem receita, o professor deve procurar uma autonomia intelectual e, uma boa dica, é buscar subsídios nas teorias de aprendizagem.

Neste trabalho fazemos uso da linha de pensamento dos pesquisadores Ausubel, Novak e Hannesian (1980) sobre a teoria da aprendizagem significativa para subsidiar um método de ensino de Física sobre pressão. "Convém lembrar que uma teoria de aprendizagem não é um método de ensino. O que pode acontecer é uma má interpretação das ideias dos autores e na sua aplicação em forma de um método de ensino, não dar os resultados esperados" (MEES, 2004, p. 108). Não existe um ensino ou estratégia de ensino que seja ideal. Mas, cada elemento presente no ato de ensinar e aprender tem papéis definidos no processo. Segundo Lemos (2011, p.29), O professor e aluno têm responsabilidades distintas. O primeiro deve:

a) Diagnosticar o que o aluno já sabe sobre o tema;
b) Selecionar, organizar e elaborar o material educativo;
c) Verificar se os significados compartilhados correspondem aos aceitos no contexto da disciplina;
d) Reapresentar os significados de uma nova maneira, caso o aluno não tenha captado aqueles desejados.

O aluno, por sua vez, tem a responsabilidade de:

a) Captar e negociar os novos significados;
b) Aprender significativamente.

Apesar da proporcionalidade ter sido estudado em anos anteriores, faremos uso da recomendação de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) no sentido de elaborar um organizador inicial envolvendo as relações de proporcionalidade para fornecer um ancoradouro, num nível geral, antes de apresentar o conceito de pressão na sequência didática.

As situações-problemas envolvendo pressão que são propostos trazem um material significativo que está diretamente ligado com os princípios teóricos como conhecimento prévio, subordinação, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Então durante o percurso de aplicação das atividades busca-se identificar as relações significativas entre conceitos em forma de proposições.

Existem muitas coisas legais sendo feitas nas escolas. Professores altamente criativos têm realizado trabalhos de grande qualidade. Este trabalho, tem a pretensão de colaborar, sendo mais uma gota entro dos inúmeros métodos de ensino, que são diferentes de professor para professor, de escola para escola e de turma para turma. O importante aqui, é a ideia de uma sequência didática organizada que facilita a aprendizagem do conteúdo de pressão, mas, que pode ser aplicada em outros conteúdos abordados na disciplina de Física. Sonho em atingir a totalidade de meus alunos, mas se meu sonho se realizar só em parte, ficarei feliz por aqueles que ajudei a aprender significativamente e, de certa maneira, confiante de que os demais chegaram mais perto do que estavam da meta proposta.

A sequência didática desenvolvida é uma estratégia didática elaborada a partir de observações em sala de aula e que busca a aprendizagem significativa do conceito de pressão para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE PRESSÃO ATRAVÉS DAS RELAÇÕES DE PROPORCIONALIDADE NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Objetivo: Auxiliar a aquisição de significados de conceitos básicos de pressão no 9º ano do Ensino Fundamental, incentivando a análise de situações-problema através do conhecimento prévio das relações de proporcionalidade.

SEQUÊNCIA

1. A VERIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Incentivar os alunos a resolver as duas situações-problema descritas na sequência, dando ao sujeito total liberdade para fazer associações entre seus conhecimentos e representações existentes no seu cognitivo. Assim, os alunos estarão fornecendo subsídios para análise do nível de entendimento que eles possuem sobre proporcionalidade. A avaliação do conhecimento prévio dos alunos será feita através da forma de abordagem feita para resolver os problemas. Averígua-se se tentou utilizar as relações de proporcionalidade ou não, e, caso tenha tentado, se o fez de maneira correta.

Ressaltamos que estas situações foram colocadas baseadas no cotidiano dos alunos do CEP. Pode não fazer parte do dia-a-dia dos estudantes de outras escolas. Mas, entendemos que as situações-problemas descritas são perfeitamente entendidas pela grande maioria dos adolescentes, já que mesmo não sendo necessário ir à escola de ônibus, todos já andaram de ônibus alguma vez na vida. Também, é possível que a grande maioria dos jovens da faixa etária já tenham jogado videogame em casa ou na casa de um colega. Isto não invalida a possibilidade de cada professor (a) construir situações-problemas que são familiares a seus alunos para iniciar a sequência didática. Duração sugerida: 25min a 30min.

Situação-problema 1

1) Lucas estuda em uma escola onde o sinal de entrada para a primeira aula é as 13 horas. Ele mora a 10km da escola e toma ônibus em um ponto próximo à sua casa às12horas10min descendo em frente ao colégio às 12horas50min. Certo dia, devido a obras de reparo em uma rua do trajeto do ônibus, ele teve que tomar um desvio aumentando a distância até a escola para 15km. Sabendo que a rapidez do ônibus não pode aumentar devido ao trânsito, responda:

a) O aluno vai chegar atrasado à escola?

b) Explique como você chegou à resposta do item anterior.

Solução:

A ideia central do problema está em perceber que o ônibus percorre 10km em 40min. Então, quanto tempo levaria para percorrer 15km? É importante ressaltar que a rapidez do ônibus, isto é, sua velocidade não se altera.

Espera-se que o aluno perceba que aumentando a distância percorrida e mantendo a rapidez do ônibus constante, o tempo também deve aumentar. Isto indicaria uma relação de proporcionalidade direta. Portanto, teríamos uma razão constante entre distância percorrida e intervalo de tempo. Logo:

$$\frac{10km}{40min} = \frac{1}{4}\,{}^{km}\!/_{min}$$

Assim:

$$\frac{15km}{\Delta t} = \frac{1}{4}\,{}^{km}\!/_{min}$$

O que resultaria em tempo:

$$\Delta t = 60min$$

Outra forma de apresentar esta solução seria:

$$\frac{10km}{40min} = \frac{15km}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 60min$$

Uma terceira maneira de se expressar a solução seria:

- *10km em um tempo de 40min;*
- *Então, 5km, que é a metade de 10km, levaria 20min;*
- *Portanto, 15km levaria os 40min iniciais, adicionados de 20min dos 5km a mais percorridos pelo ônibus, o que resultaria em um tempo total de 60min.*

Situação-problema 2

2) Lucas possui um videogame X-box. Se o Lucas jogar durante 2 horas por dia, o X-box vai funcionar perfeitamente durante 24 meses. Mas, o Lucas é "fissurado" em videogame e acaba jogando durante 3 horas diárias. Por quantos meses o videogame vai funcionar perfeitamente?

Solução:

Neste problema, deve-se perceber que ao se jogar por 2 horas o videogame, a durabilidade dele é de 24 meses, mas, ao se aumentar para 3 horas diárias o uso do aparelho, o tempo de durabilidade vai diminuir. Espera-se que o aluno verifique que existe uma relação de proporcionalidade inversa entre o tempo de uso diário e a vida útil em meses do videogame, mantendo assim, um produto constante entre as grandezas envolvidas no processo. Portanto:

$$(2h).(24meses) = 48h.meses$$

Assim:

$$(3h).(X) = 48h.meses$$

O que resultaria em uma durabilidade de:

$$X = 16meses$$

É possível utilizar a igualdade:

$$(3h).(X) = (2h).(24meses)$$

$$X = \frac{(2h).(24meses)}{(3h)}$$

$$X = 16meses$$

2. O ORGANIZADOR PRÉVIO

O objetivo desta atividade é apresentar os conceitos de proporcionalidade direta e inversa, através de situações-problema coletados do cotidiano. No caso, propomos os problemas “restaurante por quilo” e “vazão”. Alertamos a necessidade do organizador preceder a apresentação do material de aprendizagem, no caso pressão, e ser mais abrangente e mais geral que este (Moreira, 2012, p.11). Também, sugerimos que as situações-problema iniciais sejam de teor geral (nesta proposta “restaurante por quilo”) e gradativamente seja inserido problemas mais específicos (neste caso “vazão”) relativo ao estudo de ciências.

Lembrando que um conceito (nesta sequência didática as relações de proporcionalidade) utilizado continuamente para dar significados a novos conhecimentos, promove a diferenciação progressiva de conceito (Moreira, 2000, p.06). Pressupõe-se então, que se houver um número maior de situações-problema diferentes a serem propostos, mais diferenciado o conceito ficará e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas será.

Situação-problema “restaurante por quilo”

Alguns alunos do 9º ano A, do turno da tarde, do CEP chegam à escola segunda e quarta para treinar futebol de campo às 10 horas da manhã. Após o treino que termina as 11h30min, eles saem para almoçar, devendo retornar para as aulas às 13 horas.

a) Em determinado dia, João Lucas e João Pedro vão a um mesmo restaurante “A” que cobra R$ 22,00 por 1,0kg de comida. João Lucas comeu 0,300kg e João Pedro comeu 0,400kg. Agora, você deve preencher a tabela abaixo, baseando-se nas experiências que já teve com esse tipo de restaurante, e também em seu próprio bom senso. Arme as contas que achar necessárias. Complete a tabela seguinte e responda as questões.

JOÃO LUCAS			JOÃO PEDRO			Razão (P/Q)	Produto (P.Q)
PK(R$)	Q(Kg)	P(R$)	PK(R$)	Q(kg)	P(R$)		
22	*0,3*		*22*	*0,4*	*y*	$=$	$\neq$

Q: Quantidade de comida - P: Total pago pela comida - PK: Preço por quilo

a.1) Quem gastou mais? Quanto?

a.2) Como você chegou a essa conclusão?

a.3) Existe algo que se mantém constante? O que?

a.4) Existe algum tipo de proporcionalidade? Qual? Explique.

a.4) Se os alunos comessem duas vezes mais, o que aconteceria com o preço pago?

Solução:

- *Chamamos o preço pago (P) por João Lucas de "X" e por João Pedro de "Y".*
- *Completamos a tabela segundo os dados obtidos do texto da situação-problema;*
- *Deve-se perceber que quanto maior a quantidade de comida servida no prato, maior da despesa a ser paga. Isto remete a uma proporcionalidade direta. Portanto, existe uma razão constante entre o preço pago (P) e a quantidade de comida (Q). Como das três grandezas que estão se relacionando, a que se mantém constante é o preço por quilo (PK), podemos escrever que:*

$$\frac{P}{Q} = constante$$

Logo:

$$\frac{X}{0{,}3} = 22$$

$$X = 22.0.3$$

$$X = 6{,}6$$

Ainda:

$$\frac{Y}{0{,}4} = 22$$

$$Y = 22.0{,}4$$

$$Y = 8{,}8$$

Assim, João Pedro pagou um valor maior (R$8,80) que João Lucas (R$6,60).

- *Como é uma relação de proporcionalidade direta entre preço pago e quantidade de comida, se os alunos comerem duas vezes mais também pagarão duas vezes mais, isto é, R$17,60 e R$13,20.*

a) Neste mesmo dia, João Manoel almoçou em um restaurante "B" onde gastou R$15,00 comendo 0,400kg enquanto que João Ricardo, que almoçou em outro restaurante "C", gastou R$15,00 comendo 0,600kg. Seguindo os mesmos passos do problema anterior, você deve completar a tabela seguinte e responder às questões.

JOÃO MANOEL			JOÃO RICARDO			Razão	Produto
PK(R$)	Q(Kg)	P(R$)	PK(R$)	Q(kg)	P(R$)	(PK/Q)	(PK.Q)
X	*0,4*	*15*	*Y*	*0,6*	*15*	$\neq$	$=$

Q: Quantidade de comida – P: Total pago pela comida – PK: Preço por quilo

b.1) Qual o preço que cada um pagou por quilo?

b.2) Como você chegou a essa conclusão?

b.3) Existe algo que se mantém constante? O quê?

b.4) Existe algum tipo de proporcionalidade? Qual? Explique

b.5) Qual restaurante é mais caro?

Solução:

- *Chamamos o preço por quilo (PK) do restaurante "B" de "X" e o do restaurante "C" de "Y";*
- *Completamos a tabela segundo os dados obtidos do texto da situação-problema;*
- *Observa-se que se o preço pago pelos dois alunos foi o mesmo, e, um comeu uma quantidade de comida (Q) maior do que outro, significa que o preço por quilo (PK) são diferentes. Ora, aquele que comeu menos pagou um preço por quilo (PK) maior do que aquele que comeu mais, remetendo a uma proporcionalidade inversa entre "Q" e "PK". Então, o produto "PK.Q" se mantém constante, e, a constante de proporcionalidade é o preço pago (P). Pode-se escrever então:*

$$PK.Q = constante$$

$$PK.Q = 15$$

Assim:

$$X.0.4 = 15$$

$$X = \frac{15}{0,4}$$

$$X = 37,5$$

Ainda:

$$Y.0,6 = 15$$

$$Y = \frac{15}{0,6}$$

$$Y = 25$$

- *Portanto, o restaurante "C" é mais barato (25 reais/kg) que o restaurante "B"(37,5 reais/kg).*

b) Por acharem que outros restaurantes servem comida mais saborosa, João Felipe e João Marcos almoçaram em outros dois lugares diferentes, cada um. João Felipe foi almoçar em um restaurante "D" onde comeu 0,500kg gastando R$14,50 enquanto que João Marcos almoçou em um restaurante "E", em que se serviu de 0,500kg gastando R$16,00. Complete a tabela seguinte responda as questões:

JOÃO FELIPE			JOÃO MARCOS			Razão (P/PK)	Produto (P.PK)
PK(R$)	Q(Kg)	P(R$)	PK(R$)	Q(kg)	P(R$)		
X	*0,5*	*14,5*	*Y*	*0,5*	*16*	=	≠

Q: Quantidade de comida – P: Total pago pela comida – PK: Preço por quilo

c.1) Qual o preço que cada um pagou por cada 1,0kg de comida?

c.2) Como você chegou a essa conclusão?

c.3) Existe algo que se mantém constante? O que?

c.4) Existe algum tipo de proporcionalidade? Qual? Explique.

Solução:

- *Chamamos o preço por quilo (PK) do restaurante "D" por "X" e o do restaurante "E" por "Y";*
- *Completamos a tabela segundo os dados retirados do texto da situação-problema;*
- *Se João Felipe e João Marcos comeram a mesma quantidade de comida (Q) e, pagaram preços totais (P) diferentes, significa que o preço por quilo (PK) dos restaurantes "D" e "E" são diferentes. Observa-se que quanto maior o preço pago (P) mais caro é restaurante, isto é, maior o preço por quilo (PK). Obviamente isto é válido se a quantidade de comida (Q) servida for igual. Assim, temos uma relação de proporcionalidade direta entre "P" e "PK", mantendo desta forma uma razão constante, onde a constante de proporcionalidade é a quantidade comida (Q). Portanto:*

$$\frac{P}{PK} = constante$$

$$\frac{P}{PK} = 0{,}5$$

Logo:

$$\frac{14{,}5}{X} = 0{,}5$$

$$X = \frac{14{,}5}{0{,}5}$$

$$X = 29$$

Também:

$$\frac{16}{Y} = 0{,}5$$

$$Y = \frac{16}{0{,}5}$$

$$Y = 32$$

- *Concluímos então, que João Marcos pagou um preço maior por quilo (R$32,00) que o João Felipe (R$29,00).*

Situação-problema "vazão"

1) Huguinho e Luizinho voltando de uma aula de educação física em um dia muito quente pararam para encher suas garrafas com água em mesmo bebedouro na pista de atletismo. Huguinho, tem uma garrafa de 500ml e a encheu em 20s. Sabendo que Luizinho possui uma garrafa de 300ml e associando com o problema do restaurante por quilo, complete a tabela e responda as questões seguintes:

a) Quanto tempo Luizinho levaria para encher sua garrafa?
b) E se a garrafa de Luizinho fosse de 625ml, qual seria o tempo?
c) Existe algo que se manteve constante? O que?
d) Existe alguma proporcionalidade? Qual? Explique

HUGUINHO			LUIZINHO			Razão (V/T)	Produto (VxT)
V(ml)	T(s)	Va(ml/s)	V(ml)	T(s)	Va(ml/s)		
500	*20*	*25*	*300*	*X*	*25*	=	≠

V: Volume - T: Tempo - Va: Vazão

Solução:

- Chamamos o tempo gasto por Luizinho para encher a garrafa de "X";
- Preenchemos a tabela com os dados fornecidos pelo texto da situação-problema;
- Calculamos a vazão da torneira através dos dados do Huguinho:

$$V_a = \frac{500ml}{20s} = 25ml/s$$

- *Como a torneira utilizada por Huguinho e Luizinho é a mesma, concluímos que a vazão se mantém constante;*
- *Quanto maior o volume a ser preenchido com água pela torneira, mais tempo será necessário. Portanto, temos uma relação de proporcionalidade direta entre volume (V) e tempo (T), mantendo uma razão constante. A vazão seria a constante de proporcionalidade. Assim:*

$$\frac{V}{T} = constante$$

$$\frac{V}{T} = 25$$

Assim:

$$\frac{300}{X} = 25$$

$$X = \frac{300}{25}$$

$$X = 12s$$

- *Então, Luizinho leva 12 segundos para encher a garrafa de 300ml.*
- *Se a garrafa de Luizinho for de 625ml teremos:*

$$\frac{625}{T} = 25$$

$$X = \frac{625}{25}$$

$$X = 25s$$

2) Em outro dia, devido ao atraso no término da aula e não querendo esperar sua vez no bebedouro da pista de atletismo, Luizinho correu até a torneira do pátio da ala par e encheu sua garrafa no mesmo tempo que Huguinho. O tempo foi de 20s.

a) Qual das torneiras tem maior vazão de água?

b) O que se manteve constante?

c) Existe proporcionalidade? Qual? Explique

HUGUINHO			LUIZINHO			Razão (V/Va)	Produto (V.Va)
V(ml)	T(s)	Va(ml/s)	V(ml)	T(s)	Va(ml/s)		
500	*20*	*X*	*300*	*20*	*Y*		

V: Volume - T: Tempo - Va: Vazão

Solução:

- *Preenchemos a tabela com os dados retirados do texto da situação-problema;*
- *Se o tempo para encher as garrafas é o mesmo, significa que a torneira de maior vazão enche a garrafa de maior volume, indicando uma relação de proporcionalidade direta entre "V" e "Va". Assim, teremos uma razão constante entre volume (V) e vazão (Va) com a constante de proporcionalidade sendo o tempo. Portanto:*

$$\frac{V}{V_a} = constante$$

$$\frac{V}{V_a} = 20$$

Assim, para a torneira da pista de atletismo:

$$\frac{500}{V_a} = 20$$

$$V_a = \frac{500}{20}$$

$$V_a = 25ml/s$$

Ainda, para a torneira do pátio da ala par:

$$\frac{300}{V_a} = 20$$

$$V_a = \frac{300}{20}$$

$$V_a = 15ml/s$$

Portanto, a torneira utilizada por Huguinho na pista de atletismo tem uma vazão maior.

3) Neste último dia, Zezinho que estava presente mas não participou da aula por estar com problemas de saúde, encheu sua garrafa com água no bebedouro do segundo andar da ala par. A garrafa de Zezinho é semelhante à garrafa de Huguinho, com volume de 500ml. Huguinho encheu sua garrafa na torneira da pista de atletismo, que possui uma vazão de 25ml por segundo, levando 20s para enchê-la. Já Zezinho, levou um tempo de 25s para encher sua garrafa.

a) Qual seria a vazão do bebedouro do segundo andar da ala par?

b) Será que Luizinho levaria mais tempo ou menos tempo que Zezinho para encher sua garrafa utilizando a torneira da pista enquanto Zezinho utiliza a torneira do segundo andar ala par?

c) O que se manteve constante?

d) Existe proporcionalidade? Qual? Explique

HUGUINHO			ZEZINHO			Razão (T/Va)	Produto (T.Va)
V(ml)	T(s)	Va(ml/s)	V(ml)	T(s)	Va(ml/s)		
500	*20*	*25*	*500*	*25*	*X*	≠	=

V: Volume - T: Tempo - Va: Vazão

Solução:

- *Preenchemos a tabela com os dados retirados do texto da situação-problema;*
- *Chamamos de "X" a vazão da torneira do segundo andar ala par;*
- *Se Huguinho e Zezinho levam tempos diferentes para encher suas garrafas de mesmo volume com água, entende-se que as torneiras têm vazões diferentes. Ainda, a torneira que possui maior vazão enche a garrafa em menor tempo. Assim, temos uma relação de proporcionalidade inversa entre vazão e tempo, com a constante de proporcionalidade sendo o volume. Escrevemos então:*

$$T.V_a = constante$$

$$T.V_a = 500$$

Logo:

$$25.X = 500$$

$$X = \frac{500}{25}$$

$$X = 20ml/s$$

3. NOVA SITUAÇÃO: A PRESSÃO

Os conceitos de proporcionalidade serão novamente utilizados para apresentar a grandeza física pressão através de uma atividade experimental. Estaríamos neste momento, promovendo além da diferenciação progressiva, também favorecendo a reconciliação integradora, ou integrativa. Segundo Moreira (2011, p.42), os dois processos ocorrem simultaneamente. No caso, as relações de proporcionalidade estariam sofrendo uma diferenciação progressiva, pois daria significado a um novo conceito: pressão. Por outro lado, também estaria eliminando aparente diferenças entre as situações estudadas nas sequências 1 e 2 e a nova proposição que é definida a partir da relação entre uma força distribuída através de uma área. Além disso, faria a integração do significado da grandeza física pressão como algo que pode ser inserido na posição daquelas que se relacionam proporcionalmente com outras variáveis (força e área) de maneira direta e inversa.

Para o desenvolvimento da atividade experimental no laboratório, incentiva-se o aluno perceber a dependência inversa da pressão com a área através primeira parte da atividade experimental. Na segunda parte da atividade experimental, motiva-se o aluno a observar a dependência direta da pressão com a força peso.

Atividade experimental

<u>**PRESSÃO:**</u>

<u>**DISTRIBUINDO E CONCENTRANDO**</u>

<u>**1ª Parte**</u>

Introdução

Diariamente você escuta a palavra pressão. Frases como: *a minha pressão está alta!* ou ainda, *cozinhe a carne na panela de pressão.* É bem possível que todos já tiveram a experiência de descer a serra em direção à praia e ter a sensação de "ouvido entupido", devido a diferença de pressão. Mas, o que será que significa "pressão"? Esta aula tem por objetivo introduzir o conceito deste termo muito utilizado cotidianamente mas, nem sempre bem compreendido.

Questão

Uma moça utilizando um sapado de salto alto bem "fininho" chamado de *salto agulha,* caminha lado a lado com um homem que calça uma bota. Qual dos dois provoca maior dano na superfície onde pisa? Justifique sua resposta.

Resposta:

A moça deve provocar um dano maior, pois seu peso está distribuído sobre uma área bem pequena, enquanto que o peso do homem está distribuído sobre uma área maior. Lembramos que o peso do homem não é consideravelmente maior que o da moça.

Resumo

Para iniciar nossa pesquisa sobre pressão, nada mais conveniente do que utilizarmos um experimento simples, mas bem ilustrativo daquilo que se entende por pressão. Esta experiência consiste em apoiarmos o mesmo objeto com faces diferentes sobre uma superfície coberta com farinha de trigo e verificar o "dano" causado. Posteriormente, apoiamos objetos de mesma medida de face mas, agora, um deles com um "peso" a mais sobre ele. Novamente, verificaremos o "dano" causado. Por fim, utilizando as relações de proporcionalidade já estudadas em aulas anteriores, buscaremos conceituar pressão relacionando as grandezas que a definem.

Material utilizado

Bandeja de plástico, farinha de trigo, balança, paralelepípedo de alumínio, régua milimetrada e dinamômetro.

Procedimento

Sobre as bancadas estão distribuídos os materiais relacionados acima. Leia atentamente os procedimentos descritos a seguir e complete a tabela.

1) Meça as dimensões (os lados) do retângulo que forma a face menor do paralelepípedo e anote na tabela. Repita a medida com a face maior.

Figura 01: a) face menor b) face maior

2) Utilizando o dinamômetro, meça a força peso do paralelepípedo. Anote na tabela.

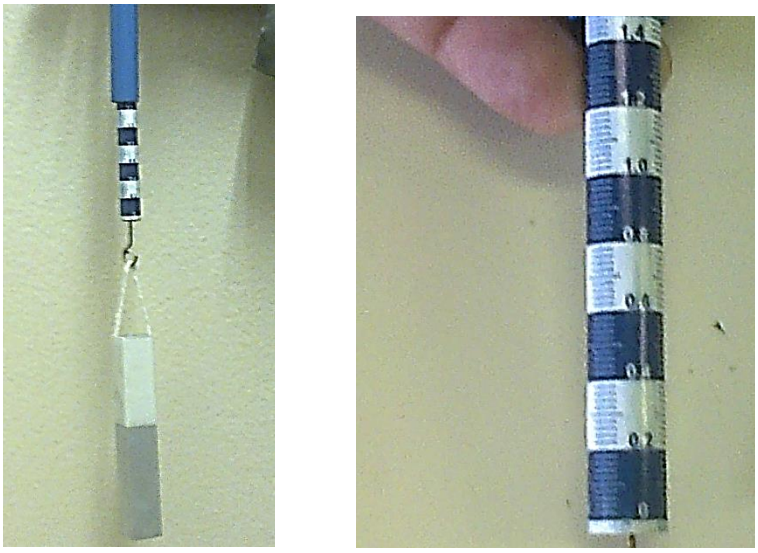

Figura 02: O dinamômetro de 2N

3) Coloque sobre a balança o paralelepípedo “de pé”, como indica a figura. Meça a massa do paralelepípedo. Não é necessário anotar as casas depois da vírgula. Repita o procedimento com o paralelepípedo “deitado”.

Figura 03: a) Paralelepípedo em pé   b) Paralelepípedo deitado

4) Coloque o paralelepípedo “em pé” sobre a farinha **cuidadosamente**! Observe o buraco deixado sobre a farinha. Repita o procedimento, colocando agora o paralelepípedo “deitado”.

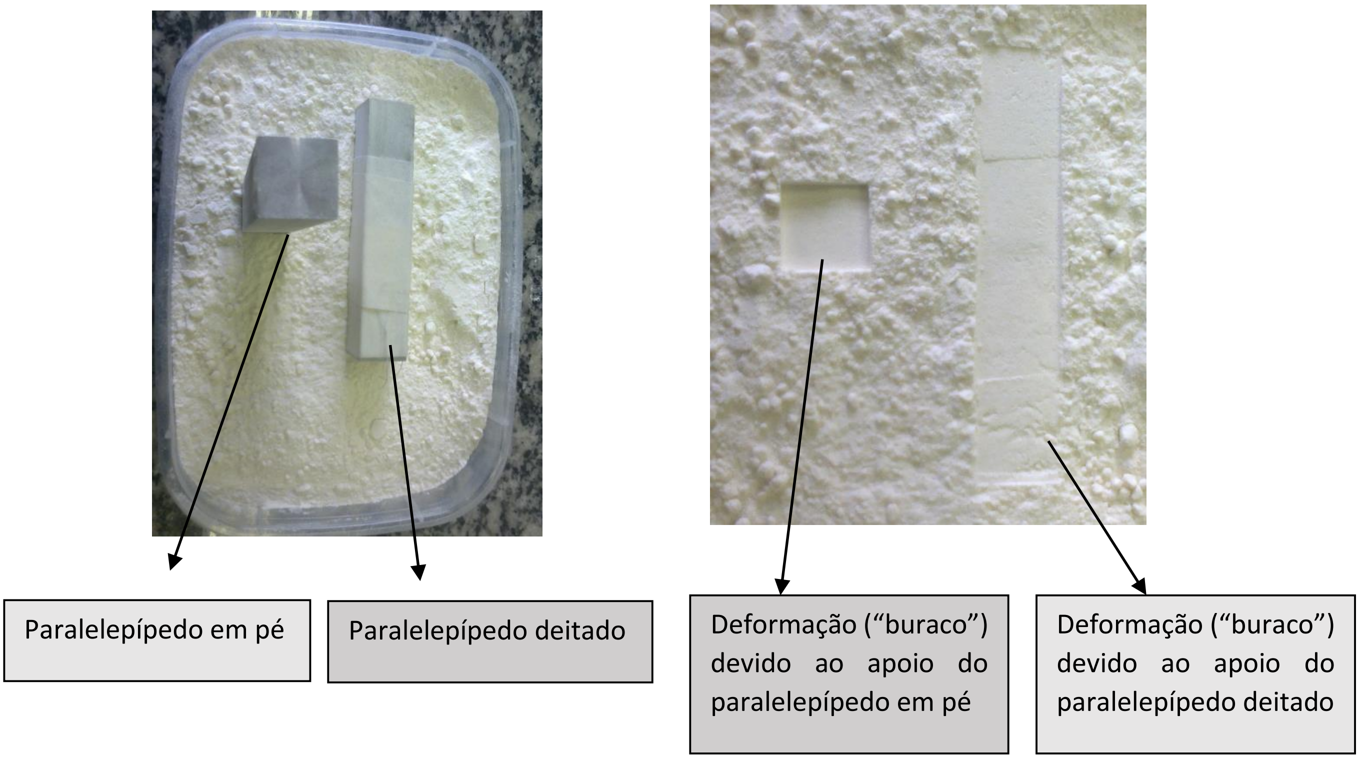

Figura 04: Deformações provocadas pelo paralelepípedo apoiado sobre a face menor e sobre a face maior

Questões

1) Será que a força peso seria a mesma se fosse medida "pendurando" o paralelepípedo pela face maior? Justifique.

   Resposta:

   A força é a mesma, não importando por qual ponto o paralelepípedo está sendo pendurado. A massa e o campo gravitacional são a mesma nas duas situações o que faz com que a força de atração exercida pela Terra sobre o paralelepípedo (peso) seja a mesma.

2) Qual apoio (face menor/face maior) provocou uma deformação maior na farinha? Explique com suas palavras porquê ocorre o fato que você observou.

   Resposta:

   O paralelepípedo quando apoiado sobre a face menor provoca uma deformação maior, pois seu peso está distribuído sobre uma área menor.

3) A força peso é a responsável sozinha pelo dano causado na farinha? Se a resposta for não, qual a outra grandeza que "ajuda" a força peso?

   Resposta:

   Não. O dano causado na farinha depende também da área de apoio do paralelepípedo.

4) Você consegue encontrar uma relação entre a profundidade do "buraco" e a área de apoio? Qual?

   Resposta:

   Sim. Quanto menor a área de apoio, mantendo a força peso constante, maior a profundidade do "buraco". Isto indica uma relação de proporcionalidade inversa entre profundidade e área de apoio.

2ª Parte

Novas observações

1) Coloque sobre a balança dois paralelepípedos e meça a massa deles. Calcule a força peso dos dois juntos (um sobre o outro). Utilize a fórmula já conhecida por vocês ($F_p = mg$). Use o valor de g=10m/s². Anote este valor.
2) Repita o procedimento do item 1 da 2ª parte, agora para apenas um paralelepípedo.
3) Coloque sobre a farinha (cuidadosamente), apoiado na face maior, um paralelepípedo. Observe a deformação na farinha. Repita o procedimento com um paralelepípedo sobre o outro.

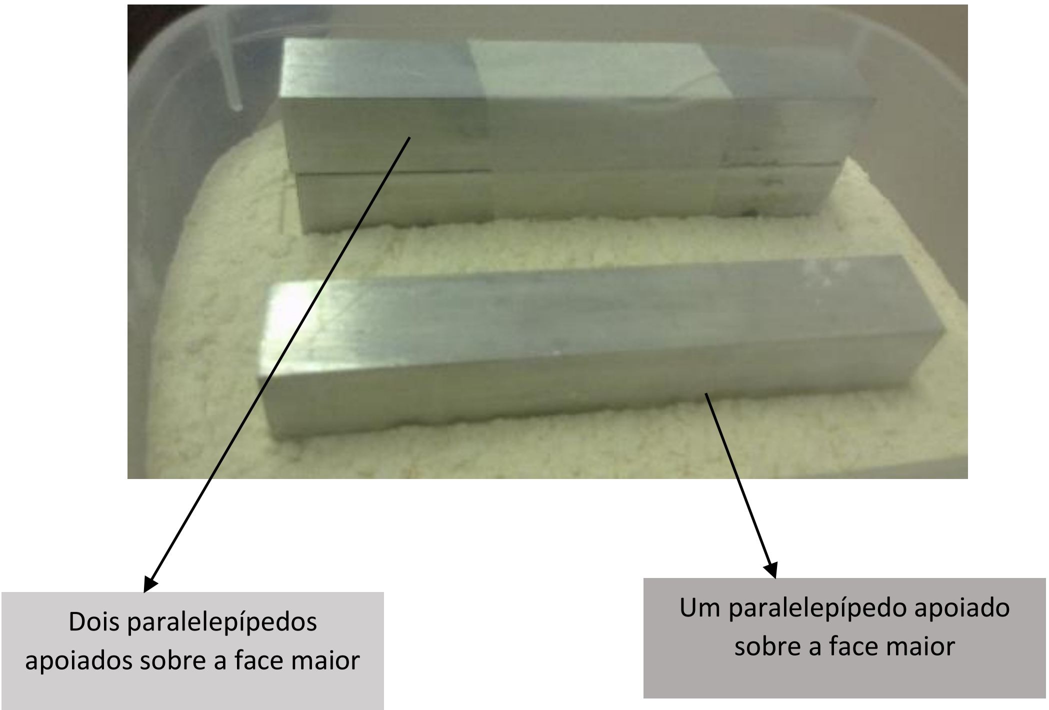

Figura 05: Paralelepípedos de pesos diferentes apoiados sobre faces de mesma medida de área

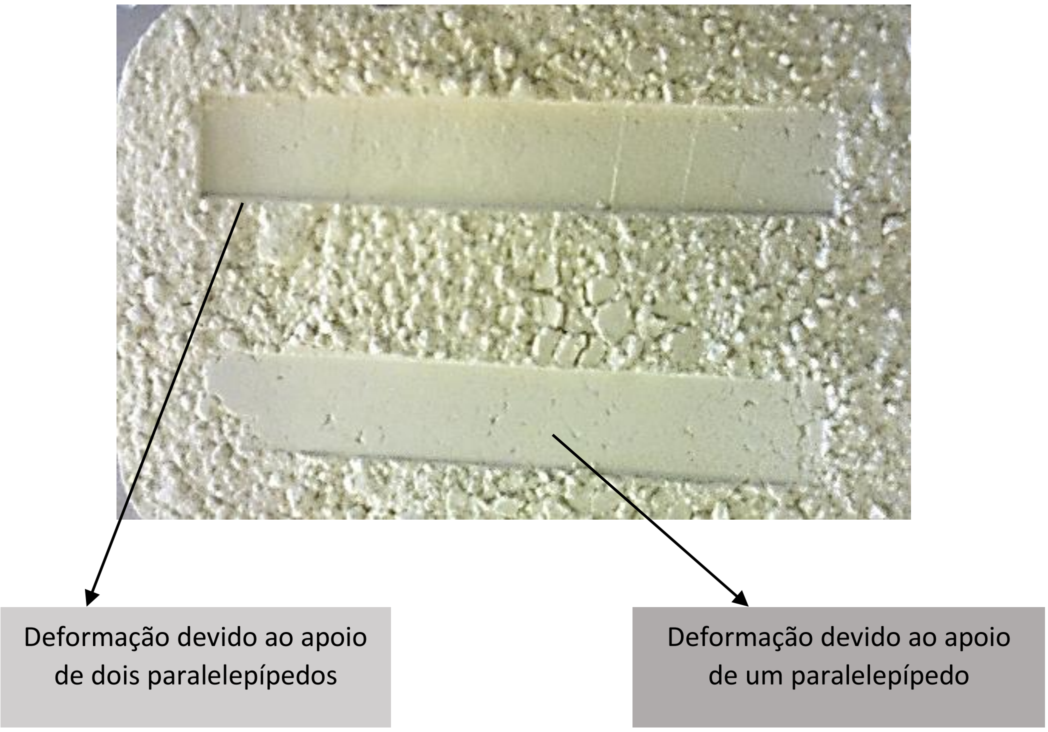

Figura 06: Deformações provocadas pelos paralelepípedos com pesos diferentes e apoiados sobre faces de mesma medida de área.

Novas questões

1) Se a face de apoio é a mesma, porquê houve uma deformação maior quando havia um paralelepípedo sobre outro?

   Resposta:

   Porque a força aplicada sobre a área de apoio é diferente. A situação onde a força aplicada é maior a profundidade da deformação será maior.

2) Existe uma relação entre a força peso e a deformação da farinha? Qual?

   Resposta:

   Sim. Quanto maior a força peso maior a deformação sobre a farinha, indicando haver uma relação de proporcionalidade direta entre a força peso e a deformação da farinha.

Fazendo alguns cálculos

Vamos utilizar a quadros que preenchemos durante a observação

Quadro 1: medidas quando o paralelepípedo está apoiado sobre a face menor

FACE MENOR			
Força peso	Lado 1	Lado 2	Área (A)
(F_p) (N)	L1(m)	L2(m)	(m^2)
1,68	*0,12*	*0,018*	*0,00216*

Quadro 2: medidas quando o paralelepípedo está apoiado sobre a face maior

FACE MAIOR			
Força peso	Lado 1	Lado 2	Área (A)
(F_p) (N)	L1(m)	L2(m)	(m^2)
1,68	*0,12*	*0,12*	*0,0144*

Faça a razão entre a força peso e área, nas duas situações. Verifique se os valores encontrados estão coerentes com as observações feitas por você ("buraco" maior ou menor).

Resposta:

Quadro 1: $\frac{F_p}{A} = \frac{1.68}{0,00216} = 777,8\ {}^{N}/_{m^2}$

Quadro 2: $\frac{F_p}{A} = \frac{1,68}{0,0144} = 116,7\ {}^{N}/_{m^2}$

Observa-se que mantendo a força peso constante, a razão é maior quanto menor a área. Isto é coerente com a observação de que o dano maior ocorre na área de apoio menor.

Vamos repetir o procedimento, para a área de apoio constante e variando a força peso.

Quadro 3: medidas quando apenas um paralelepípedo está apoiado sobre a face maior

FACE MAIOR			
Força peso (F_p) (N)	Lado 1	Lado 2	Área (A) (m^2)
	L1(m)	L2(m)	
1,68	*0,12*	*0,12*	*0,0144*

Quadro 4: medidas quando dois paralelepípedos estão apoiados sobre a face maior

FACE MAIOR			
Força peso (F_p) (N)	Lado 1	Lado 2	Área (A) (m^2)
	L1(m)	L2(m)	
3,36	*0,12*	*0,12*	*0,0144*

Fazendo a razão entre a força peso e a área de apoio nas duas situações, temos:

Quadro 3: $\frac{F_p}{A} = \frac{1,68}{0,0144} = 116,7\ {}^{N}\!/_{m^2}$

Quadro 4: $\frac{F_P}{A} = \frac{3,36}{0,0144} = 233,3\ {}^{N}\!/_{m^2}$

Observa-se que mantendo a área constante, a razão é maior quanto maior a força peso. Isto é coerente com a observação de que o dano maior ocorre quando a força peso é maior.

Concluindo

A partir das observações feitas e dos cálculos realizados, elabore com suas palavras uma definição de pressão. Ache uma expressão que calcule o valor da pressão.

Resposta:

Percebe-se que a deformação da superfície de apoio depende de duas grandezas:

- *A força sobre uma área;*
- *A área sobre a qual a força está sendo exercida.*

Nomeando a relação entre essas grandezas de ***pressão*** *e, percebendo que o dano causado pela atuação da força sobre uma área, revela que:*

- *A pressão "P" aumenta ou diminui proporcionalmente com o inverso da área "A" (vide quadro 1 e quadro 2), então podemos escrever que:*

$$P \propto \frac{1}{A}$$

- *A pressão "P" aumenta ou diminui proporcionalmente de forma direta com a força "F" (vide quadro 2 e quadro 3), então podemos escrever que:*

$$P \propto F$$

Escrevendo as duas afirmações em apenas uma expressão:

$$P \propto \frac{F}{A}$$

Fazendo a constante de proporcionalidade igual a 1, podemos escrever a fórmula matemática para o cálculo da pressão como sendo:

$$P = \frac{F}{A}$$

4. DIFERENCIANDO PROGRESSIVAMENTE E RECONCILIANDO INTEGRATIVAMENTE

Apresentamos novos problemas relativos aos conceitos de pressão, no intuito de propiciar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa do conceito de pressão, através de resolução de problemas típicos. As soluções das situações foram inicialmente dadas individualmente pelos alunos e, após análise realizada pelo Professor, discutidas em conjunto com a classe.

O problema proposto para incentivar a diferenciação progressiva da pressão, inicialmente faz uso da expressão matemática deduzida na conclusão da atividade experimental e, em seguida, promove a utilização da relação de proporcionalidade inversa entre pressão e área, mantendo a força constante.

Problema 1

(Questão adaptada da UFOP-MG) Uma pessoa com peso 600N, está calçando um par de sapatos que cobrem uma área de 0,05m². Determine:

a) Qual a pressão exercida por essa pessoa sobre o chão em que ela está apoiada?
b) Sabendo que esta pessoa não consegue atravessar uma região lamacenta sem afundar, porque essa região não suporta uma pressão superior a 10000N/m², qual deve ser a área mínima do par de sapatos que essa pessoa deveria usar para não afundar?
Resposta:

a) *Dados:* $F_p = 600N$; $A = 0{,}05m^2$; $P = ?$

   $P = \frac{F_p}{A} = \frac{600N}{0{,}05m^2} = 12000\ {}^{N}\!/_{m^2}$

b) *A pressão e a área são inversamente proporcionais. Portanto, o produto entre as grandezas se mantém constante e, a constante de proporcionalidade é a força. Então:*

$$P.A = 600$$

A pressão máxima suportada pelo terreno é 10000 N/m². Logo:

$$10000.A = 600$$

$$A = \frac{600}{10000}$$

$$A = 0{,}06m^2$$

O segundo problema contempla um dispositivo comum em posto de gasolina, o elevador hidráulico. Neste aparato, aparece pela primeira vez a situação da pressão constante. Por este motivo, utilizamos ele para motivar a reconciliação integradora de mais uma maneira onde as relações de proporcionalidade podem ser utilizadas para solucionar questões envolvendo o conceito de pressão. Agora, colocamos a ideia de que a pressão pode não variar durante um evento, enquanto que a força e área mudam.

Problema 2

Um elevador hidráulico equilibra um carro de 8000N de peso. Qual é a força que deve ser aplicada sobre o êmbolo menor da área de 100cm²? Dado: área do êmbolo maior=100000 cm². Importante: se os êmbolos estão equilibrados, significa que a pressão sobre os dois são iguais.

Resposta:

Dados: $F_1 =?$; $A_1 = 100cm^2$; $F_2 = 8000N$; $A_2 = 10000cm^2$

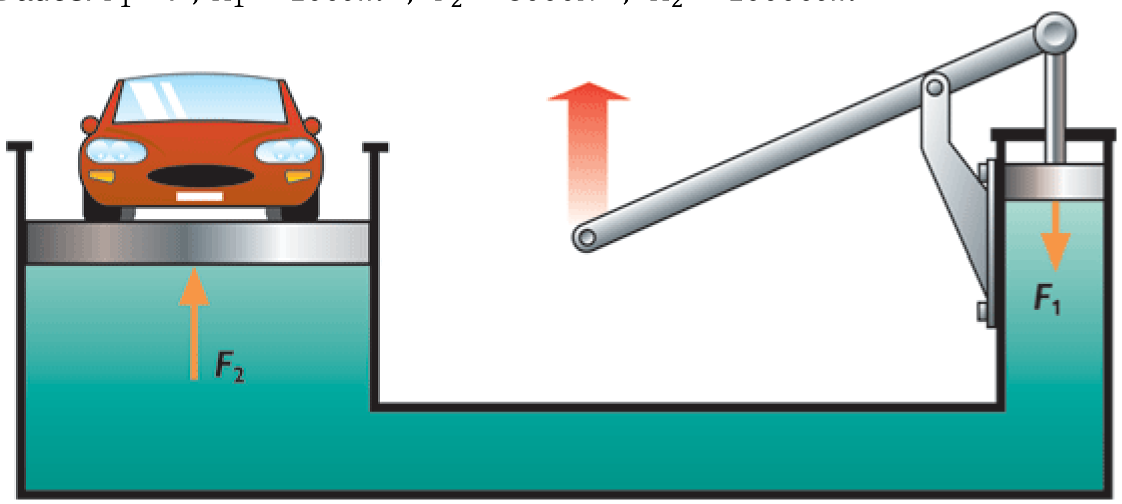

Imagem retirada do endereço: https://tecnologiascp.files.wordpress.com/2013/02/elevador-hidracc81ulioc.png

A pressão se mantém constante, então a razão entre força e área também se manterá constante. Logo:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{100cm^2} = \frac{8000N}{10000cm^2}$$

$$F_1 = 80N$$

5. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL

Realiza-se uma avaliação individual através de questões similares às trabalhadas na sequência didática e, pelo menos uma delas, deverá ter uma apresentação inédita. A ideia, seguindo a indicação de Ausubel, Novak e Hannesian (1980, p.123), é promover uma transformação máxima do conhecimento sobre pressão existente. A questão inédita sugerida por nós, traz como grandeza constante a pressão e as que variam, a força e área. A diferença entre o que já foi visto e o que se pede aqui, é a associação da pressão com a altura de uma coluna de concreto.

Problema 1

(Problema adaptado do livro didático Física, cujos autores são Alysson R. Artuso e Marlon Wrublenski) Em uma bela tarde de sol na praia, pai e filho decidem fazer uma disputa: apostar corrida na areia usando pernas de pau. Ambos têm equipamentos idênticos para que tudo aconteça em igualdade de condições. Durante a prova, eles dão muitas risadas e, ao final, vitória do filho sobre o pai, por uma distância considerável.

Numa tentativa bem-humorada de justificar sua derrota, o pai afirma que o filho trapaceou e que suas pernas de pau não eram iguais às dele, pois não afundaram tanto na areia. Como você pode perceber, não houve igualdade de condições na disputa.

a) Explique o porquê.
Reposta:
Apesar dos equipamentos serem idênticos, a força exercida pelo pai sobre a areia é maior. Como o valor da área de contato dos equipamentos com a superfície da praia

são iguais, a pressão exercida pelo pai será maior que aquela exercida filho, afundando mais na areia e, portanto, dificultando a sua locomoção.

b) Sabendo que a área de contato entre a perna de pau do filho e a perna de pau do pai são iguais e que a massa do filho é 40kg e a do pai 80kg, quantas vezes a pressão exercida pelo pai sobre a areia é maior que a pressão exercida pelo filho? Considere g=10m/s².

Resposta:

A pressão é diretamente proporcional à força. Observa-se que a massa do pai é o dobro da massa do filho, o que leva a uma força peso duas vezes maior. Então, mantendo-se a área de apoio constante, temos que:

$$P_{pai} = 2P_{filho}$$

Problema 2

(Problema adaptado do livro Física- volume único- dos autores Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga) Considere uma moça de peso igual a 600N em pé sobre o assoalho de uma sala.

a) Estando descalça, a área total de apoio de seus pés sobre o chão é de 150cm². Que pressão a moça está exercendo no assoalho?

Resposta:

Dados: $F_p = 600N\,; A = 150cm^2\,; P = ?$

$$P = \frac{F_p}{A} = \frac{600N}{150cm^2} = 4\,{}^{N}/_{cm^2}$$

b) Se ela estivesse usando "sapatos de neve", sua área total de apoio seria de 600cm². Comparando o item (a), o que se manteve constante? A pressão neste caso é maior, menor ou igual ao item (a)? Quantas vezes?

Resposta:

- *O que se manteve constante foi a força peso;*
- *Como a pressão é inversamente proporcional à área, ela diminui, pois, a área aumentou;*
- *Como a área de apoio aumentou 4vezes a pressão diminui 4 vezes. Assim ela passa a ser* $1\,{}^{N}/_{cm^2}$.

Problema 3

Um pedreiro em uma determinada obra construiu uma “sapata” de 20cm de largura, 20cm de comprimento e 20cm de profundidade para suportar uma coluna de 2,5m. Já em outra construção, cujo solo tem a mesma compactação que o primeiro, teve que aumentar a área da “sapata” para suportar outra coluna. A nova “sapata” tem 40cm de largura, 40cm de comprimento e 20cm de profundidade.

a) O que se manteve constante: a pressão, a área de apoio ou a força sobre a área?

Resposta:

O que se manteve constante foi a pressão, pois a profundidade da sapata continua a mesma.

b) Qual é a altura da nova coluna?

Resposta:

Como a pressão é constante, a razão entre a força peso e a área é constante. Não conhecemos o peso das colunas, mas conhecemos a altura de uma delas e queremos calcular a altura da outra. Ora, quanto maior a altura da coluna, maior o peso dela. Então, em vez de utilizarmos o peso das colunas na razão, utilizaremos suas alturas. Antes, calcula-se a área de apoio das colunas. Assim:

Dados:

$h_1 = 2{,}5m$

$A_1 = 20cmx20cm = 400cm^2$

$h_2 = ?$

$A_2 = 40cmx40cm = 1600cm^2$

$$\frac{h_1}{A_1} = \frac{h_2}{A_2}$$

$$\frac{2{,}5m}{400cm^2} = \frac{h_2}{1600cm^2}$$

$$h_2 = 10m$$

Outra maneira de resolver este problema, é perceber a área de apoio aumentou 4 vezes, então ela pode suportar uma coluna 4 vezes maior, já que altura de coluna e área de apoio são diretamente proporcionais. Como a pressão é constante:

$$h_2 = 4.h_1$$

$$h_2 = 4.2{,}5m$$

$$h_2 = 10m$$

6. AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Se dará através da análise qualitativa, por parte do professor (a), que buscará evidências ou não da aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados na sequência didática. Esta análise terá como subsídio a avaliação individual e a observação participante durante as aulas.

7. TOTAL DE HORAS-AULAS: 09 aulas

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antonio Carlos. **Física – Volume único**. Belo Horizonte. Editora Scipione, 2014.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educational.** 2. ed. Rio de Janeiro. Editora Interamericana Ltda, 1980

BIAZUS, Maria Ângela. **Condições de Trabalho dos Professores após a Implantação de Cursos Superiores de Tecnologia: estudo de caso em uma Instituição Pública Federal de Educação Tecnológica.** 2000.163f. Tese (Mestrado em engenharia de produção) – UFSC. Florianópolis/SC. 2000

BORGES, Oto. **Formação Inicial de Professores de Física: Formar mais! Formar melhor!** Revista Brasileira de Ensino de Física, v.28, n.2, p.135-146, 2006.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Ciências: Matéria e energia**, v.4, 1. Ed. São Paulo. Editora Ática, 2012.

LEMOS, Evelyse dos Santos, **A aprendizagem significativa: Estratégias facilitadoras e avaliações**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review –V1(1), pp. 25-35, 2011.

MEES, A. A., **Astronomia: motivação para o ensino de Física na 8ª série**. 2004. Dissertação de mestrado no Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Instituto de Física. UFRGS. Disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/mpef/mestrados/Alberto_A_Mees_2004.pdf>Acessado em 08/06/2015.

MOREIRA, Marco Antonio, **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

______ **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, UFMT, Cuiabá, 23 de abril de 2000. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf Acessado em: 14 maio 2015.