
A VALIDADE PREDITIVA DO ESCORE TOTAL EM TESTES RELATIVOS A CONCEPÇÕES EM FORÇA E MOVIMENTO E EM CORRENTE ELÉTRICA SOBRE A MÉDIA FINAL DE ALUNOS DE FÍSICA I (MECÂNICA) E FÍSICA II (ELETROMAGNETISMO)¹

Fernando Lang da Silveira

Instituto de Física – UFRGS

Instituto de Física e Pós-Graduação em Educação – PUCRS

Marco Antonio Moreira

Instituto de Física – UFRGS

Porto Alegre – RS

Resumo

Foram realizados sete estudos independentes da validade preditiva do escore total no teste relativo às concepções em força e movimento (SILVEIRA, MOREIRA e AXT; 1986 e 1992) sobre a média final de alunos de Física I (Mecânica) da engenharia da UFRGS e PUCRS. Estes estudos ocorreram entre 1986 e 1991, envolvendo um total de 229 alunos. Os coeficientes de correlação entre o escore total e a média final em cada um destes estudos são apresentados. Apresenta-se também os coeficientes de fidedignidade das duas variáveis (escore total no teste e média final na disciplina).

*Os sete estudos convergiram para o mesmo resultado, verificando empiricamente a importância das concepções relativas à força e movimento, **detectadas através do teste**, para o desempenho global em Física I. Estes estudos se constituem em um importante argumento de validade para o teste.*

Foram também realizados cinco estudos independentes da validade preditiva do escore total no teste relativo às concepções

¹ Trabalho apresentado na V Reunião Latino Americana sobre Educação em Física, Porto Alegre (Gramado), Brasil, 24 a 28 de agosto de 1992.

em corrente elétrica (SILVEIRA, MOREIRA e AXT; 1989) sobre a média final de alunos de Física II (Eletromagnetismo) da engenharia da UFRGS. Estes estudos ocorreram entre 1988 e 1991, envolvendo um total de 134 alunos.

*Neste caso, os cinco estudos convergiram também para o mesmo resultado, verificando empiricamente a importância das concepções relativas à corrente elétrica, **detectadas através do teste**, para o desempenho global em Física II. Estes estudos se constituem em um importante argumento de validade para o teste.*

Com o objetivo de verificar se um aluno possui ou não a concepção newtoniana sobre força e movimento, propusemos e validamos um teste com quinze itens de escolha múltipla e resposta única (SILVEIRA, MOREIRA e AXT; 1986), que posteriormente foi ampliado para dezenove itens (SILVEIRA, MOREIRA e AXT; 1992). Relativamente à concepção sobre corrente elétrica, propusemos e validamos um teste com quatorze itens de escolha múltipla e resposta única (SILVEIRA MOREIRA e AXT; 1989). Os dois testes são apresentados em anexo.

As respostas de um aluno a qualquer dos dois testes são sintetizadas em um escore total, que é a frequência das respostas coerentes com as concepções científicas.

Os testes têm sido utilizados sistematicamente em disciplinas de Física I (Mecânica) e Física II (Eletromagnetismo) dos cursos de engenharia da UFRGS e PUCRS por um de nós. Os resultados que apresentaremos a seguir se referem aos escores totais dos alunos após o estudo das unidades relativas às leis de Newton (Física I) e corrente elétrica (Física II).

Do ponto de vista teórico, é evidente que as concepções sobre força e movimento e sobre corrente elétrica são relevantes para o desempenho dos alunos, respectivamente, em Física I e Física II. Desta forma, espera-se que, se os testes realmente medem essas concepções, se verifique empiricamente um coeficiente de correlação positivo entre o escore total em cada um dos testes e o desempenho global na respectiva disciplina. O desempenho global na disciplina é quantificado na média final do aluno, obtida através de diversas notas parciais.

A teoria da medida psicológica coloca como condição necessária (mas não suficiente) para ser observada correlação entre duas variáveis, a existência de fidedignidade na medida de cada variável. Em outras palavras, se as variáveis não apresentarem fidedignidade, então a correlação observada en-

tre elas será nula, mesmo que a verdadeira correlação seja não nula. Assim sendo, tivemos também a preocupação de estimar em cada um dos estudos, a fidedignidade dos escores totais nos testes e da média final na disciplina. A Tabela 1 apresenta os resultados de sete estudos da validade preditiva do teste sobre força e movimento; a Tabela 2 apresenta cinco estudos da validade preditiva do teste sobre corrente elétrica. Os coeficientes de fidedignidade apresentados são o coeficiente alfa de Cronbach (CRONBACH; 1951) e o coeficiente beta (SILVEIRA, MOREIRA; 1985) entre parênteses.

Tabela 1 – Validade preditiva do teste relativo à concepção em força e movimento.

Disciplina	n	Coeficiente de fidedignidade		Coeficiente de correlação entre T e F
		T	F	
Física I (1986)	45	0,92 (0,94)	0,92 (0,94)	0,67**
Física I (1987)	33	0,84 (0,85)	0,88 (0,92)	0,62**
Física I (1988)	44	0,75 (0,77)	0,93 (0,95)	0,47**
Física I (1989)	37	0,84 (0,85)	0,92 (0,94)	0,35*
Física I (1990)	27	0,92 (0,93)	0,92 (0,94)	0,42**
Física I (1991)	43	0,85 (0,86)	0,96 (0,97)	0,67**
Física I (1992)	39	0,91 (0,93)	0,91 (0,94)	0,69**

n – número de alunos

T – escore total no teste

F – média final em Física I

* – estatisticamente significativo em nível inferior a 5%

** – estatisticamente significativo em nível inferior a 1%

Tabela 2 – Validade preditiva do teste relativo à concepção sobre corrente elétrica

Disciplina	n	Coeficiente de fidedignidade		Coeficiente de correlação entre T e F
		T	F	
Física II (1988)	31	0,67 (0,69)	0,87 (0,90)	0,59**
Física II (1989)	31	0,83 (0,84)	0,88 (0,90)	0,56**
Física II (1990)	32	0,89 (0,90)	0,95 (0,97)	0,67**
Física II (1991)	40	0,69 (0,72)	0,93 (0,95)	0,39*
Física II (1992)	50	0,78 (0,80)	0,87 (0,92)	0,52**

n – número de alunos

T – escore total no teste

F – média final em Física II

* – estatisticamente significativo em nível inferior a 5%

** – estatisticamente significativo em nível inferior a 1%

Os resultados das Tabelas 1 e 2 se constituem em evidências de fidedignidade e validade para os dois testes. Apóiam empiricamente que é possível detectar as concepções sobre força, movimento e corrente elétrica através dos testes por nós construídos.

Referências Bibliográficas

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, p. 297-334, 1951.

SILVEIRA, F. L. Coeficiente beta: estimativa do coeficiente de fidedignidade de uma variável compósita. **Educação e Seleção**, v. 11, p. 105-108, 1985.

SILVEIRA, F. L.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento. **Ciência e Cultura**, v. 38, p. 2047-2055, 1986.

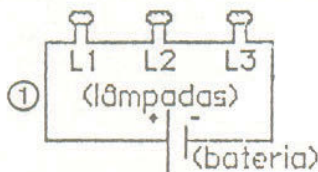
SILVEIRA, F. L.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Ciência e Cultura**, v. 41, p. 1129-1133, 1989.

SILVEIRA, F. L.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. Estrutura interna de testes de conhecimentos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 187-194, 1992.

APÊNDICE I

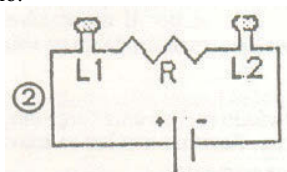
Ciência e Cultura, v. 41, n. 11 – novembro de 1989

Em todas as questões deste teste, admite-se que as lâmpadas representadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.



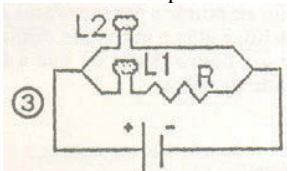
1. No circuito da figura 1, pode-se afirmar que:

- L1 brilha mais que L2, e esta mais do que L3.
- L3 brilha mais que L2, e esta mais do que L1.
- as três lâmpadas têm o mesmo brilho.



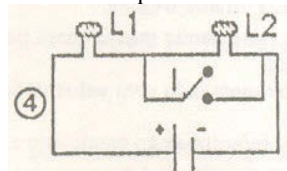
2. No circuito da figura 2, R é um resistor. Nesse circuito:

- L1 e L2 têm o mesmo brilho.
- L1 brilha mais do que L2.
- L2 brilha mais do que L1.



3. No circuito da figura 3, R é um resistor. Nesse circuito:

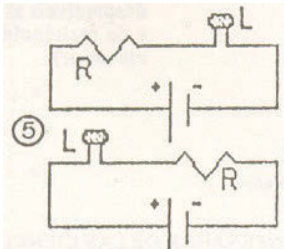
- L1 tem o mesmo brilho que L2.
- L2 brilha mais que L1.
- L1 brilha mais que L2.



4. No circuito da figura 4, I é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:

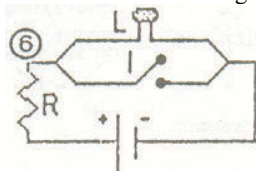
- aumenta o brilho de L1.

- o brilho de L1 permanece o mesmo.
- diminui o brilho de L1.



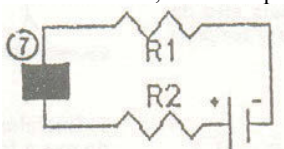
5. Nos circuitos das figuras 5a e 5b, a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Nessas condições:

- L brilha mais no circuito da figura 5a.
- L brilha igual em ambos circuitos.
- L brilha mais no circuito da figura 5b.



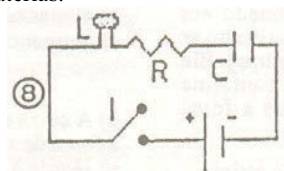
6. No circuito da figura 6, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechá-lo:

- L continua brilhando como antes.
- L deixa de brilhar.
- L diminui seu brilho, mas não apaga.



7. No circuito da figura 7, R1 e R2 são dois resistores e a caixa preta que nele aparece pode conter resistores, baterias ou combinações de ambos. Para que a corrente em R1 fosse igual à corrente em R2, a caixa preta poderia conter em seu interior *somente*:

- resistores conectados de qualquer modo.
- uma bateria.
- qualquer tipo de combinação de resistores e baterias.

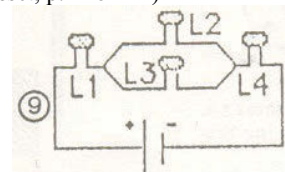


8. No circuito da figura 8, L é uma lâmpada, R é um resistor, C é um capacitor descarregado e I, um interruptor aberto. Ao se fechar o interruptor:

a) L começa a brilhar e continua brilhando enquanto estiver fechado o interruptor.

- L não brilhará enquanto o capacitor não estiver totalmente carregado.
- L brilhará durante parte do processo de carga do capacitor.

As questões 9 e 10 referem-se ao circuito da figura 9. (Adaptadas de Closset, p. 118-121)



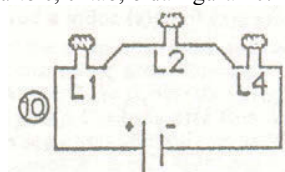
9. No circuito da figura 9, o brilho de L1 é:

- igual ao de L4.
- maior do que o de L4.
- menor do que o de L4.

10. No circuito da figura 9, o brilho de L2 é:

- igual ao de L4.
- maior do que o de L4.
- menor do que o de L4.

O circuito da figura 9 foi modificado, pois se tirou a lâmpada L3. O novo circuito é, então, o da figura 10.

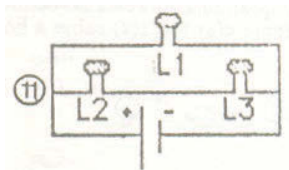


11. Quando se compara o brilho de L1 nos circuitos 9 e 10, ele é:

- maior no circuito 10.
- menor no circuito 10.
- o mesmo nos dois.

12. Quando se compara o brilho de L4 nos circuitos 9 e 10, ele é:

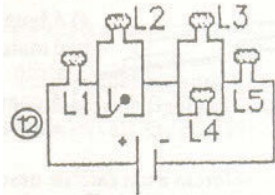
- maior no circuito 10.
- menor no circuito 10.
- o mesmo nos dois.



13. No circuito da figura 11:

- a) L1 brilha mais do que L2 e do que L3.

- b) L1 e L2 têm o mesmo brilho, que é maior do que o de L3.
c) L1, L2 e L3 brilham igualmente.



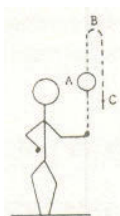
14. No circuito da figura 12, quando o interruptor I é aberto, as lâmpadas L3 e L4 deixam de brilhar, embora L2 brilhe. O que acontece com as lâmpadas L1 e L5? (Adaptada de Steffani et al.¹², p. 14).

- a) nem L1, nem L5 brilham.
b) L1 brilha, mas L5 não.
c) L1 e L5 brilham.

APÊNDICE II

Enseñanza de las ciencias, v. 10, n. 2, 1992.

As questões 1, 2 e 3 referem-se ao enunciado seguinte:



Um menino lança verticalmente para cima uma bola. Os pontos A, B e C identificam algumas posições da bola após o lançamento (B é o ponto mais alto da trajetória). É desprezível a força resistiva do ar sobre a bola.

As setas nos desenhos seguintes simbolizam as forças exercidas sobre a bola.

- 1) No ponto A, quando a bola está subindo, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



- 2) No ponto B, quando a bola atinge o ponto mais alto da trajetória, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?

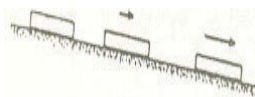


- 3) No ponto C, quando a bola está descendo, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



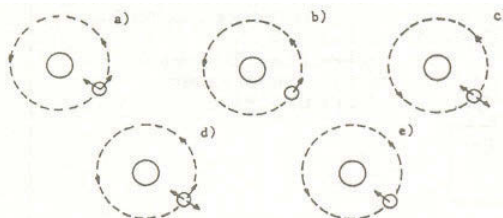
- 4) A figura se refere a um corpo que foi abandonado em repouso sobre uma rampa (é desprezível a força resistiva do ar sobre o corpo e é constante a força de atrito com a rampa). Ele passa a deslizar com velocidade cada vez maior, conforme mostra a figura.

Assim sendo, pode-se afirmar que a força exercida rampa abaixo:

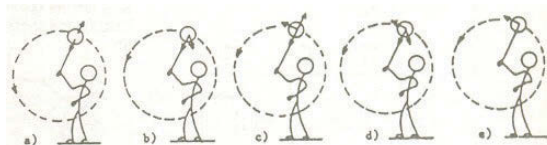


- a) é igual a força de atrito.
b) é maior do que a força de atrito e está crescendo.
c) é constante, mas maior do que a força de atrito.

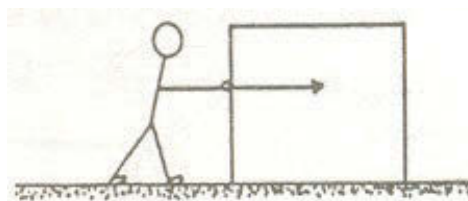
- 5) As figuras se referem a um satélite descrevendo movimento circular uniforme em torno da Terra. As setas simbolizam as forças exercidas sobre o satélite. Qual das figuras melhor representa a(s) força(s) sobre o satélite?



- 6) As figuras se referem a um menino que faz girar, em um plano vertical, uma pedra presa ao extremo de um fio. Em qual das figuras a(s) força(s) sobre a pedra estão melhor representadas pelas setas?



As questões 7, 8 e 9 referem-se ao enunciado seguinte:



A figura se refere a um indivíduo exercendo uma força horizontal sobre uma caixa. A caixa está sobre uma superfície horizontal com atrito. E desprezível a força de resistência do ar sobre a caixa.

7) Inicialmente o indivíduo realiza uma força *um pouco* maior do que a força de atrito. Portanto, a caixa se movimentará:

- a) com velocidade que aumenta.
- b) com velocidade pequena e constante.
- c) com velocidade grande e constante.

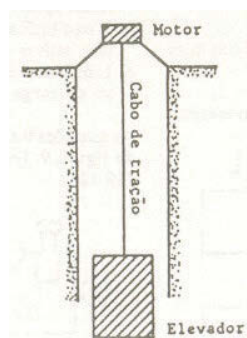
8) A caixa está sendo empurrada por uma força *bastante* maior do que a força de atrito. Então o indivíduo diminui a força, mas ela continua sendo *um pouco* maior do que a força de atrito. Portanto, a velocidade da caixa:

- a) diminui.
- b) aumenta.
- c) permanece a mesma.

9) A caixa está sendo empurrada por uma força *maior* do que a força de atrito. Então o indivíduo diminui a força até que ela se *iguale* à de atrito. Portanto, a caixa:

- a) continuará se movimentando, mas acabará parando.
- b) parará em seguida.
- c) continuará se movimentando com velocidade constante.

As questões 10 a 14 referem-se ao enunciado abaixo:



A figura se refere a um elevador e o seu sistema de tração (motor e cabo). Através do cabo o motor pode exercer uma força sobre o elevador (são desprezíveis as forças de atrito e de resistência do ar sobre o elevador).

10) O elevador está inicialmente parado e então o motor exerce sobre o elevador uma força *um pouco* maior do que o peso do elevador. Assim sendo, pode-se afirmar que o elevador subirá:

- a) com velocidade grande e constante.

- b) com velocidade que aumenta.
- c) com velocidade pequena e constante.

11) O elevador está subindo e o motor está exercendo uma força *bastante* maior do que o peso do elevador. Então a força que o motor exerce diminui, mas permanece ainda *um pouco* maior do que o peso do elevador. Portanto, a velocidade do elevador:

- a) aumenta.
- b) diminui.
- d) não se altera.

12) O elevador está subindo e o motor está exercendo uma força *maior* do que o peso do elevador. Então a força que o motor exerce diminui e se *iguala* ao peso do elevador. Portanto, o elevador:

- a) parará em seguida.
- b) continuará subindo durante algum tempo, mas acabará parando.
- c) continuará subindo com velocidade constante.

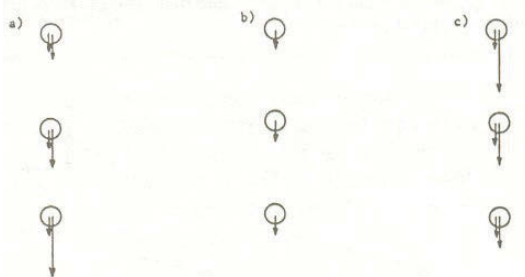
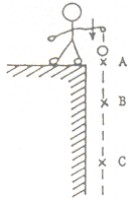
13) O elevador está descendo e o motor exerce sobre ele uma força *menor* do que o peso do elevador. Então a força que o motor exerce aumenta e se *iguala* ao peso do elevador. Portanto, o elevador:

- a) continuará descendo com velocidade constante.
- b) parará em seguida.
- c) continuará descendo durante algum tempo, mas acabará parando.

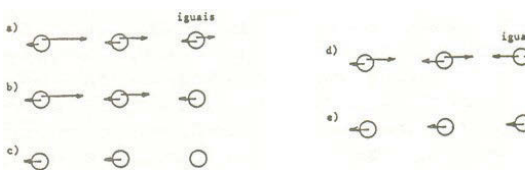
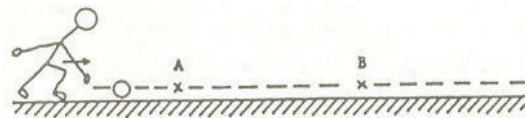
14) O elevador está descendo e o motor exerce sobre ele uma força *menor* do que o peso do elevador. Então a força que o motor exerce aumenta e se torna *bastante maior* do que o peso do elevador. Portanto, o elevador:

- a) imediatamente sobe.
- b) continua a descer durante algum tempo com velocidade que diminui.
- c) imediatamente pára e em seguida sobe com grande velocidade.

15) A figura se refere a um indivíduo que, do topo de uma torre, arremessa para baixo uma bola. Os pontos A, B e C são pontos da trajetória da bola após o arremesso. É desprezível a força de resistência do ar sobre a bola lá. As setas nos esquemas seguintes simbolizam as forças exercidas sobre a bola nos pontos A, B e C. Qual dos esquemas seguintes que melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?

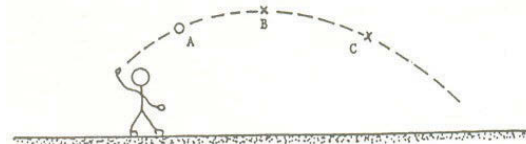


16) A figura se refere a um indivíduo que lança com grande velocidade uma bola sobre uma superfície horizontal com atrito. Os pontos A, B e C são pontos da trajetória da bola após o lançamento; no ponto C a bola está finalmente parada. As setas nos desenhos seguintes simbolizam as forças *horizontais* sobre a bola nos pontos A, B e C. Qual dos esquemas melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



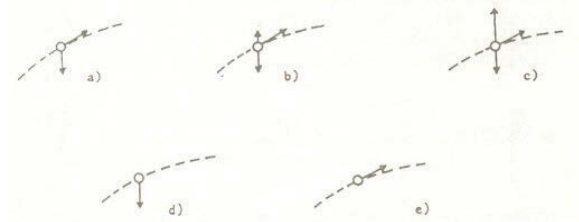
As questões 17, 18 e 19 referem-se ao enunciado abaixo:

Um menino lança uma pequena pedra que descreve uma trajetória como a representada na figura (a força de resistência do ar sobre a pedra é desprezível). O ponto B é o ponto mais alto da trajetória.

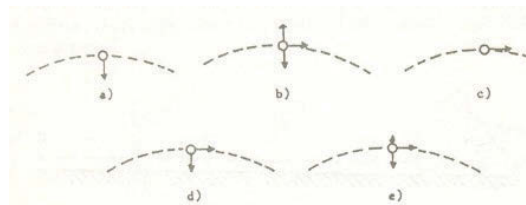


As setas nos esquemas seguintes simbolizam as forças exercidas sobre a pedra.

17) No ponto A, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) sobre a pedra?



18) No ponto B, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) sobre a pedra?



19) No ponto C, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) sobre a pedra?

