

REFERÊNCIAS

1. Barbosa, J.M. 1965. *Etudes de phonologie portugaise*. Lisboa. Junta de Investigações Ultramar.
2. Basílio, Margarida. 1980. *Estruturas lexicais do português*. Petrópolis, Vozes.
3. Camara, J.M.Jr. 1953. *Para o estudo da fonêmica portuguesa*. Rio, Simões.
4. Camara, J.M. Jr. 1970. *Estrutura da língua portuguesa*. Rio, Vozes.
5. Cedergren, H., Sanckoff, D. 1974. Variable rules performance as a statistical reflection of competence. *Language*, 50:333-355.
6. Chomsky, N. 1957. *Synthetic structures*. The Hague, Mouton.
7. Chomsky, N. 1965. *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, Massachusetts. MIT Press.
8. Chomsky, N. e Piaget, J. 1979. *Theories du langage. Theories de l'apprentissage. Organisé et recueilli par Massimo Piattelli-Palmarini*, Paris, Seuil.
9. Clair, R. St. 1971. The portuguese plural formation. *Linguistics*, Mouton.
10. Fillmore, C. 1968. The case for case. In Bach, E. and R. Harms (orgs.). *Universals in linguistic theory*. Nova York. Holt, Rinehart and Winston.
11. Hall, R.H. 1943. The unit phenomenes of Brazilian Portuguese. *Studies in Linguistic*, 1,15:1-6.
12. Head, B. 1964. *A comparison of the segmental phonology of Lisbon and Rio de Janeiro*. Tese de PhD para a Universidade do Texas, Austin.
13. Jackendoff, R.S. 1972. *Semantic interpretation on generative grammar*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
14. Labov, W. 1969. Contraction, deletion and inherent variability of the English copula. *Language*, 45:715-62.
15. Lakoff, G. 1970. *Irregularity in syntax*. Nova York, Holt, Rinehart & Winston.
16. Leite, Yonne. 1974. *Portuguese stress and related rules*. Tese de PhD para a Universidade do Texas, Austin.
17. Lopez, B.I. 1979. *The sound pattern of Brazilian Portuguese*. (Cariocan Dialect). Tese de PhD. Michigan, Ann Arbor.
18. Lütke, H. 1952. Fonemática portuguesa. *Boletim de Filologia*, 13:273-288.
19. Malmberg, B. 1979. *Le langage, signe de l'humain*. Paris, Picard.
20. Mateus, M. 1975. *Aspectos da fonologia portuguesa*. Lisboa. Centro de Estudos Filológicos.
21. Pardal, E. 1977. *Aspects de la phonologie (generative du portugais)*, Lisboa. Instituto Nacional de Investigação Científica.
22. Sá Nogueira. 1938. *Elementos para um tratado de fonética portuguesa*. Lisboa. Imprensa Nacional de Lisboa.
23. Silveira, Souza da. 1952. *Fonética sintática*. Rio. Simões.
24. Weinreich, V. 1954. Is a structural dialectology possible? *Word*, 10:388-400.

VALIDAÇÃO DE UM TESTE PARA DETECTAR SE O ALUNO POSSUI A CONCEPÇÃO NEWTONIANA SOBRE FORÇA E MOVIMENTO*

FERNANDO LANG DA SILVEIRA¹, MARCO ANTONIO MOREIRA² e ROLANDO AXT².

Recebido em 22/5/1986

Aceito para publicação em 18/8/1986

ABSTRACT. *Validation of a test to detect whether the student possesses the Newtonian conception on force and motion.* A pencil and paper test is proposed to detect whether or not an individual possesses the Newtonian conception on force and motion. Results of the application of this test to different groups of students are presented and evidences of validity of such an instrument are provided.

* Trabalho parcialmente financiado pela FINEP.

1. Instituto de Física da UFRGS e Instituto de Física da PUCRS.

2. Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, RS.

RESUMO. É proposto um teste de lápis e papel para detectar se um indivíduo possui ou não a concepção newtoniana sobre força e movimento. São apresentados resultados da aplicação desse teste em diferentes grupos de alunos e mostradas evidências de validade de tal instrumento.

Do ponto de vista teórico, alguns autores, como, por exemplo, Ausubel (1, 2) e Novak (11, 12), vêm insistindo há algum tempo na grande influência do conhecimento prévio na aprendizagem subsequente. Mais recentemente, pesquisadores em ensino de ciências, muitos deles inspirados mais pelas idéias de Piaget do que pelas de Ausubel e Novak, parece que se deram conta disso chegando à conclusão de que o conhecimento prévio que o aluno traz para a sala de aula é fator determinante na aprendizagem que possa decorrer do ensino recebido.

Naturalmente, uma vez aceita esta premissa, é preciso descobrir que conhecimento é esse, a fim de torná-lo como ponto de partida para a instrução. Nessa linha, têm sido conduzidos nos últimos anos inúmeros trabalhos procurando obter informações sobre a organização cognitiva dos alunos em uma determinada área de conhecimento e sobre as concepções espontâneas ou intuitivas que os estudantes têm em relação a determinados conceitos científicos. Embora não haja consenso quanto à terminologia, concepções espontâneas ou intuitivas são, geralmente, entendidas como concepções que o indivíduo forma a partir de sucessivos encontros com fenômenos do cotidiano até chegar à generalização de certos atributos que estão em desacordo com aqueles aceitos no meio científico para definir determinados conceitos. Um exemplo claro disso é a concepção de que para um corpo estar em movimento deve estar sob ação de uma força resultante.

Entretanto, a tarefa de descobrir o conhecimento prévio do aluno em hipótese alguma é trivial. Os tradicionais pré-testes de conhecimento, em geral, dão apenas informações esparsas sobre aprendizagens mecânicas que o aluno teve já em situação de escola formal. Como fazê-lo então?

DETECÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO

Há pesquisadores que têm procurado mapear a estrutura cognitiva dos alunos, supondo que um indivíduo armazena o conhecimento em sua memória de maneira organizada, de modo que

os conceitos nela retidos estão ligados por relações. Supõem também que quanto maior o relacionamento, mais "próximos" estão na memória do indivíduo. A idéia central do mapeamento cognitivo é obter informações sobre as "distâncias semânticas" entre conceitos através de algumas técnicas, cujos métodos de análise refletem o modelo de memória semântica utilizado. Preece (16) apresenta uma ampla revisão dessas técnicas e métodos de análise. Santos e Moreira (17) também discutem instrumentos de medida para o mapeamento cognitivo e relatam estudos feitos usando testes de associação de palavras e técnicas de escalonamento multidimensional e análise de agrupamentos hierárquicos (18, 19).

Tais técnicas, no entanto, são passíveis de críticas: Stewart (22), por exemplo, argumenta que há poucas razões para crer que a proximidade de conceitos na estrutura cognitiva revele algo sobre a natureza do significado das relações que supostamente ligam os conceitos.

Outra técnica, atualmente muito usada para a detecção de concepções espontâneas, é a entrevista clínica, cuja origem remonta aos primeiros trabalhos de Piaget. Pines *et al.* (15) e Domínguez (6) discutem com detalhe a técnica da entrevista clínica e reconhecem que é, provavelmente, o melhor instrumento para detectar concepções espontâneas e colher informações sobre modos de raciocínio do aluno, permitindo chegar perto do que se poderia realmente chamar de conhecimento prévio do aluno. Todavia, a entrevista clínica é uma técnica que exige muito treino de parte do entrevistador, é morosa e a análise dos dados obtidos é extremamente difícil. Trata-se de uma técnica usada apenas para fins de pesquisa, não aplicável ao dia-a-dia da sala de aula. Em razão disso, tem-se procurado elaborar instrumentos, muitas vezes a partir de resultados de estudos feitos com entrevistas clínicas, que possam ser usados em larga escala e forneçam ao professor informações úteis sobre o conhecimento prévio dos alunos.

Vários instrumentos desta natureza têm sido referidos na literatura, havendo uma predominância dos testes tipo escolha múltipla como é, por exemplo, o caso dos trabalhos de Doran (7),

Za'Rour (25), Johnstone e Mughol (10), Helm (8) e Ivowi (9). Há igualmente vários pesquisadores que relatam o uso de instrumentos desse tipo, porém nos quais o aluno deve também explicar por escrito o porquê de sua resposta: é o caso dos estudos conduzidos por Viennot (23), Watts e Zylberstajn (24), Closset (4), Pacca *et al.* (13), Sebastiá (20) e Peduzzi (14). Certamente o teste no qual o aluno justifica por escrito a escolha feita dá maior riqueza de informação. Recai-se, no entanto, novamente na dificuldade em aplicá-lo em sala de aula. Além disso, Axt (3), analisando questões de vestibular aplicadas a milhares de candidatos, as quais eram puramente do tipo escolha múltipla, obteve evidências de que é possível detectar concepções espontâneas através de testes que não impliquem em justificar a resposta escolhida.

Por outro lado, uma característica desejável de um teste de escolha múltipla do tipo em pauta é que ele possa também ser aplicado a um único aluno e permita detectar a(s) concepção(ões) espontânea(s) desse único indivíduo. Ou seja, uma coisa é determinar as concepções espontâneas de um grupo de alunos e outra é determiná-las para um único estudante. No caso de um grupo, é relativamente fácil construir um teste, inclusive com poucos itens, que permita detectar uma ou outra concepção espontânea que o grupo como um todo apresenta. No caso individual, é muito diferente, pois trata-se de construir um teste que, em certo sentido, substitua a entrevista clínica como instrumento capaz de detectar as concepções espontâneas de um indivíduo ou de indicar se este indivíduo tem ou não determinada concepção. Precisamente nesta última alternativa se enquadra o teste proposto neste trabalho.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é propor um teste de lápis e papel que permita detectar se o aluno possui ou não a concepção newtoniana sobre a relação entre força e movimento. Adicionalmente, são apresentadas algumas evidências de validade para o teste.

O TESTE

Com a finalidade definida acima, foi montado um teste constituído por 15 itens de escolha múltipla e resposta única.

Alguns desses itens foram retirados da literatura sobre o assunto, e.g., Watts e Zylberstajn (24) e Sebastiá (20); outros foram criados especificamente para este teste. Os itens possuem ou cinco ou três alternativas: uma dessas alternativas identifica a concepção newtoniana e as demais referem-se a outras concepções. Sempre há entre as outras alternativas pelo menos uma que é coerente com a seguinte concepção:

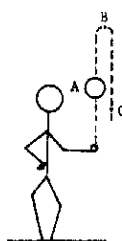
"Para haver movimento deve haver força; força e velocidade possuem a mesma orientação; a força e a velocidade crescem conjuntamente."

A resposta de um indivíduo a cada item do teste é quantificada dicotomicamente: escore 1 se a escolha recair na alternativa newtoniana, escore 0 se a escolha recair em qualquer outra alternativa. Posteriormente os escores em cada item são globalizados em um único escore total. Um escore total elevado (próximo a 15) identifica a concepção newtoniana; escore total baixo (próximo a zero) identifica uma concepção não-newtoniana.

Nessa quantificação não há o objetivo de identificar qual é a concepção alternativa. Apenas deseja-se saber se o indivíduo possui ou não a concepção newtoniana. Isto é, em princípio, procura-se apenas saber se o indivíduo possui ou não esta concepção, embora se possa detectar claramente, como veremos adiante, a concepção alternativa acima referida.

A seguir é apresentado o teste.

Teste³ — As questões 1, 2 e 3 referem-se ao enunciado seguinte (20):



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 de resistência do ar sobre a bola.

As setas nos desenhos seguintes mostram as forças que atuam sobre a bola.

3. Como já foi dito, alguns itens deste teste foram retirados da literatura enquanto outros foram elaborados pelos autores. Estão referenciados aqueles tirados literalmente de trabalho publicado e do conhecimento dos autores.

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



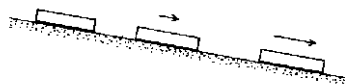
2) No ponto B, quando a bola atinge o ponto mais alto da trajetória, qual dos desenhos melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



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

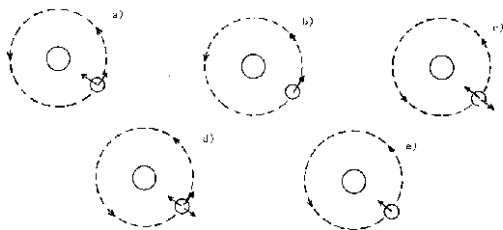


4) O esquema representa um corpo que foi abandonado em repouso sobre uma rampa com atrito constante (é desprezível a força resistiva do ar sobre o corpo). Ele passa a deslizar com velocidade cada vez maior conforme mostra a figura. Assim sendo, pode-se afirmar que a força que atua rampa abaixo:

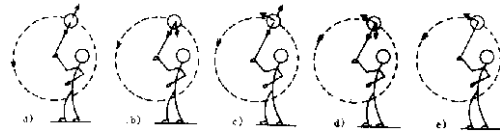


a) é igual à força de atrito. b) é maior do que a força de atrito e está crescendo. c) é constante mas maior do que a força de atrito.

5) As figuras mostram um satélite descrevendo movimento circular uniforme em torno da Terra. As setas mostram as forças que atuam sobre o satélite. Qual das figuras melhor representa a(s) força(s) sobre o satélite (20)?

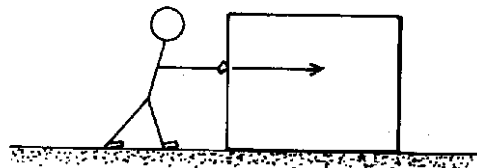


6) As figuras mostram um menino que faz girar, em um plano vertical, uma pedra atada ao extremo de um fio. Se as setas mostram as forças sobre a pedra, qual das figuras melhor representa a(s) força(s) sobre a pedra (20)?



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

O esquema representa um indivíduo aplicando uma força horizontal sobre uma caixa. A caixa está sobre uma superfície horizontal com atrito. É 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.

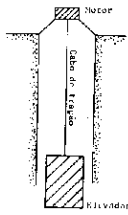
8) A caixa está sendo empurrada por uma força *bastante* maior do que a força de atrito. Então o indivíduo diminui a força mas assim mesmo ela continua sendo *um pouco* maior do que a força de atrito. Portanto, a velocidade da caixa:

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

9) A caixa está sendo empurrada por uma força *maior* do que a de atrito. Então o indivíduo diminui a força até que ela se *iguala* 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, 11 e 12 referem-se ao enunciado seguinte

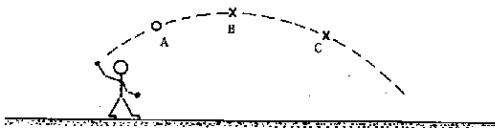


O esquema apresenta um elevador e o seu sistema de tração (motor e cabo). Através do cabo o motor pode aplicar uma força sobre o elevador (são desprezíveis as forças de atrito e de resistência do ar sobre o elevador).

- 10) O elevador está inicialmente parado e então o motor aplica sobre o elevador uma força *um pouco* maior do que o peso do elevador. Assim sendo, pode-se afirmar que o elevador subirá:
- com velocidade grande e constante.
 - com velocidade que aumenta.
 - com velocidade pequena e constante.
- 11) O elevador está subindo e o motor está aplicando uma força *bastante* maior do que o peso do elevador. Então a força que o motor faz diminuir mas permanece ainda *um pouco* maior do que o peso. Portanto a velocidade do elevador:
- aumenta.
 - diminui.
 - não é alterada.
- 12) O elevador está subindo e o motor está aplicando uma força *maior* do que o peso do elevador. Então a força que o motor faz diminuir e se *igual* ao peso do elevador. Portanto o elevador:
- parará em seguida.
 - continuará subindo durante algum tempo mas acabará parando.
 - continuará subindo com velocidade constante.

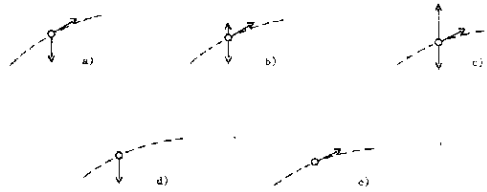
As questões 13, 14 e 15 referem-se ao enunciado abaixo:

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

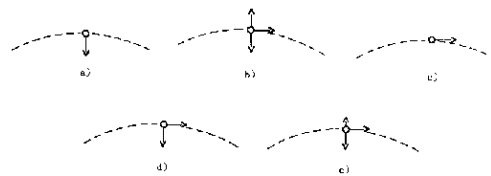


As setas nos esquemas seguintes representam as forças que atuam sobre a pedra.

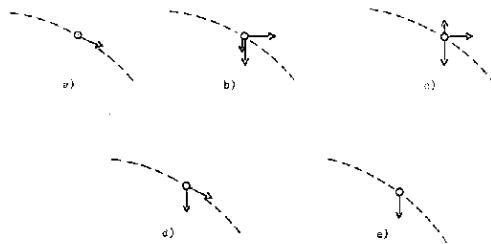
- 13) No ponto A, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) que atua(m) sobre a pedra?



- 14) No ponto B, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) que atua(m) sobre a pedra?



- 15) No ponto C, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) que atua(m) sobre a pedra?



ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA INTERNA DO TESTE

O teste foi aplicado no 1º semestre de 1985 a 258 indivíduos (alunos universitários de diversos níveis). Com base nessas respostas submeteu-se o teste a uma análise de consistência interna; a mesma foi efetuada através do cálculo do coeficiente de correlação entre o escore em cada item e o escore total (coeficiente de correlação item-total). Esse procedimento permite identificar eventuais itens que não são coerentes com os demais e que, portanto, não podem ser mantidos no teste. Adicionalmente, foram feitas duas estimativas do coeficiente de fidedignidade do escore total: o coeficiente alfa (5) e o coeficiente beta (21).

Na Tabela I são apresentados, para cada item, a frequência em cada alternativa, a proporção das

TABELA I – Distribuição de freqüências por alternativa nos itens e análises de consistência interna.

Alternativa	Item														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
a	12	2	136*	3	99	31	121*	152	73	2	60*	108	113	54*	4
b	12	85	40	117	4	24*	136	48*	87	91*	154	71	34	55	47
c	45*	4	69	138*	25	125	1	58	97*	165	44	77	67	23	45
d	174	92*	5	–	95	58	–	–	–	–	–	–	34*	116	115
e	15	74	8	–	34*	18	–	–	–	–	–	–	5	10	46*
Omissão	0	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0
p	0,174	0,357	0,527	0,535	0,132	0,093	0,469	0,186	0,376	0,353	0,233	0,298	0,132	0,209	0,178
r_{IT}	0,791	0,583	0,466	0,438	0,677	0,623	0,528	0,641	0,662	0,574	0,618	0,725	0,827	0,725	0,745

* – resposta newtoniana; p – proporção das respostas newtonianas; r_{IT} – coeficiente de correlação item-total.

TABELA II – Distribuição de freqüências para o escore total, média, desvio padrão, coeficientes alfa e beta do escore total.

Escore total	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Freqüência	16	49	44	38	30	19	10	14	4	1	6	2	1	6	6	12

Média: 4,3; desvio padrão: 4,0; coeficiente alfa: 0,89; coeficiente beta: 0,90

respostas newtonianas e o coeficiente de correlação item-total.

Todos os coeficientes de correlação item-total são estatisticamente significativos em nível inferior a 0,01 e elevados o suficiente para que todos os itens sejam mantidos no teste. É interessante notar na Tabela I a grande atração que a(s) alternativa(s) não-newtoniana(s) e coerente(s) com a concepção proposta anteriormente possui(em).

A Tabela II apresenta a distribuição da freqüência para o escore total dos 258 indivíduos. Também são apresentados a média, o desvio, padrão e os coeficientes alfa e beta do escore total.

Ambas as estimativas de fidedignidade (coeficientes alfa e beta) são bastante elevadas, mos-

trando que o escore total no teste possui consistência interna.

A distribuição do escore total é bimodal com uma das modas próxima a zero; a outra moda é o escore máximo possível. Esses resultados mostram a presença forte de concepção não-newtoniana nesse grupo de 258 indivíduos.

RESULTADOS POR GRUPO DE ALUNOS

O teste foi respondido por alunos universitários em níveis diferentes e a Tabela III apresenta a média, o desvio padrão e os coeficientes alfa e beta do escore total em cada grupo. Os grupos são os

TABELA III – Média, desvio padrão, coeficientes alfa e beta do escore total por grupo.

	Média	Desvio padrão	Coefficiente alfa	Coefficiente beta
Física I (UFRGS)	4,5	4,0	0,89	0,90
Física II (PUCRS)	2,9	2,2	0,64	0,69
Física III (UFRGS)	3,5	2,9	0,78	0,80
Especialização (PUCRS)	4,5	4,2	0,90	0,91
Licenciatura em Física (UFRGS)	12,2	4,1	0,93	0,94

TABELA IV – Média, desvio padrão, coeficientes alfa e beta do escore total nas duas aplicações do teste em alunos de Física I.

	Média	Desvio padrão	Coefficiente alfa	Coefficiente beta
1ª aplicação	4,5	3,9	0,89	0,89
2ª aplicação	9,2	4,0	0,86	0,88

seguintes: Física I da UFRGS (72 indivíduos); Física II da PUCRS (77 alunos); Física III da UFRGS (78 alunos); Especialização em Ciências Físicas da PUCRS (13 indivíduos); alunos do penúltimo semestre do curso de Licenciatura em Física da UFRGS (18 indivíduos).

Nota-se que em todos os grupos, a não ser o último, há predominância de concepção não-newtoniana. Essa concepção parece resistir inclusive ao ensino universitário de Física Geral. Mesmo no último grupo foram encontrados três indivíduos com escore total próximo a zero.

ESTUDO DESENVOLVIDO NA DISCIPLINA DE FÍSICA I (UFRGS)

Dois turmas de Física I da UFRGS (68 alunos

da engenharia) durante o 1º semestre de 1985 foram submetidas a duas aplicações do teste. A primeira aplicação ocorreu no início do semestre; a segunda, após o estudo das Leis de Newton e a primeira prova da disciplina. O professor, antes de abordar as Leis de Newton, apresentou a concepção alternativa (descrita anteriormente) como se estivesse trazendo a última palavra sobre o assunto. Os alunos acompanharam a apresentação realizando as costumeiras anotações de aula, não demonstrando qualquer estranheza sobre o assunto; essa atitude causou espanto ao professor, pois sabia haver alguns alunos com escore total elevado no teste e que, entretanto, não manifestaram durante a exposição qualquer discordância ao que ele dizia. Em seguida foi apresentada a concepção newtoniana e foram enfatizadas as incompatibilidades entre as duas; esse procedimento teve como

TABELA V – Matriz de correlação e coeficientes alfa e beta.

	T ₁	T ₂	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	GM
T ₁	(0,89) (0,89)	0,49**	0,34**	0,34**	0,14	0,14	0,27*
T ₂		(0,86) (0,88)	0,63**	0,56**	0,40**	0,54**	0,62**
G ₁			(0,72) (0,78)	0,72**	0,51**	0,72**	0,85**
G ₂				(0,76) (0,82)	0,58**	0,76**	0,86**
G ₃					(0,70) (0,76)	0,62**	0,78**
G ₄						(0,72) (0,80)	0,91**
GM							(0,91) (0,93)

T₁ – 1ª aplicação do teste; T₂ – 2ª aplicação do teste; G₁ – 1ª prova (conteúdo: cinemática, leis de Newton); G₂ – 2ª prova (conteúdo: trabalho, energia, *momentum* linear); G₃ – 3ª prova (conteúdo: cinemática e dinâmica das rotações); G₄ – 4ª prova (conteúdo: estática e oscilações); GM – média das 4 provas.

* – estatisticamente significativo em nível inferior a 0,05; ** – estatisticamente significativo em nível inferior a 0,01.

TABELA VI – Distribuição de freqüências do escore total na 2ª aplicação do teste para os reprovados e aprovados em Física I.

<i>Escore total</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Reprovados	1	1	4	2	4	1	5	2	1	3	1	1	1	3	1	1
Aprovados	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6	5	9	1	5	3	5

Média do escore total para os reprovados: 6,8; Média do escore total para os aprovados: 11,4.

objetivo estabelecer um confronto entre as duas concepções e talvez promover a incorporação da concepção newtoniana.

É importante destacar que os alunos não tiveram conhecimento do resultado do teste anteriormente à sua segunda aplicação. A Tabela IV apresenta a média, o desvio padrão e os coeficientes alfa e beta do escore total em cada aplicação.

Nota-se um crescimento na média do escore total de 4,7 pontos da primeira para a segunda aplicação; um teste de significância estatística demonstrou que essa diferença é estatisticamente significativa em nível inferior a 0,01. Esse resultado indica um possível efeito do procedimento e se constitui em argumento de validade de construto para o teste.

Adicionalmente foi levado a cabo um estudo correlacional com os 68 alunos. Os escores totais da primeira e da segunda aplicação do teste foram correlacionados com os graus das quatro provas realizadas durante o semestre e com a média das quatro provas. Esses coeficientes de correlação são apresentados na Tabela V; na diagonal da Tabela V são apresentados os coeficientes alfa e beta para cada variável.

As correlações entre a segunda aplicação do teste e os graus das provas sempre foram maiores do que as correlações entre a primeira aplicação e os graus das provas. Um teste de significância estatística para a diferença entre coeficientes de correlação mostrou sempre diferença estatisticamente significativa em nível inferior a 0,05.

Os resultados da Tabela V se constituem também em argumentos de validade de construto para o teste.

A Tabela VI apresenta a distribuição de freqüência do escore total na 2ª aplicação do teste para os aprovados e reprovados na disciplina de Física I. As médias do escore total na 2ª aplicação do teste para os aprovados e reprovados na disciplina também são apresentadas.

Um teste de significância estatística para a di-

ferença entre as médias mostrou que a diferença é estatisticamente significativa em nível inferior a 0,01. É notório o fato de que os aprovados têm escore total elevado na 2ª aplicação do teste com uma exceção apenas; alguns reprovados também possuem escore total elevado na 2ª aplicação do teste mas a maior parte possui escore total baixo. Ora, esses resultados sugerem empiricamente que um escore elevado na 2ª aplicação do teste é uma condição necessária mas não suficiente para a aprovação. Essa conclusão é extremamente relevante e se constitui em forte argumento de validade de construto para o teste.

CONCLUSÃO

Propôs-se um teste para detectar se o aluno tem ou não a concepção newtoniana sobre força e movimento. O assunto em si não é novidade, assim como também não o são vários itens usados no teste, pois foram propostos e usados por outros pesquisadores. O instrumento como um todo, no entanto, pretende ser útil a professores e pesquisadores na determinação do conhecimento prévio do aluno relativamente à concepção que ele tem sobre força e movimento, na medida em que tal instrumento foi testado com um grande número de alunos e foram obtidas fortes evidências de validade.

Além disso, com um dos grupos foi obtido um ganho estatisticamente significativo da primeira para a segunda aplicação do teste quando o procedimento instrucional levou em conta explicitamente a concepção não newtoniana dos alunos e enfatizou a incompatibilidade dessa concepção com a newtoniana. Ou seja, o procedimento procurou, através do confronto entre as duas concepções, promover a troca da concepção não newtoniana pela newtoniana ou a incorporação desta.

Sem entrar no mérito do procedimento usado, o ponto importante aqui é o de que apenas detectar concepções espontâneas não é suficiente. Aliás, muitas vezes, o professor experiente sabe de antemão as possíveis concepções intuitivas dos alunos: o teste apenas confirma isso e permite um determinado nível de quantificação. Ao en-

sinar é preciso levar em conta tais concepções, tomá-las como ponto de partida e procurar fazer com que o aluno troque, de maneira significativa, suas concepções espontâneas, intuitivas (ou mesmo aprendidas na escola), por conceitos científicos tal como compartilhados pela comunidade científica atual.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D.P. 1968. *Educational psychology: a cognitive view*. Nova York, Holt Rinehart and Winston.
- Ausubel, D.P. 1980. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro, Interamericana.
- Axt, R. 1986. Conceitos intuitivos em questões objetivas aplicadas no concurso vestibular unificado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Ci. e Cult.*, 38:444-452.
- Closset, J.L. 1983. *Le raisonnement sequentiel en électrocinétique*. Paris, Université Paris VII, thèse de troisième cycle.
- Cronbach, L.J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16:297-334.
- Domínguez, M.E. 1985. Detecção de alguns conceitos intuitivos em electricidade através de entrevistas clínicas. Porto Alegre, Instituto de Física da UFRGS, dissertação de mestrado.
- Doran, R.L. 1972. Misconceptions of selected science concepts held by elementary school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 9:127-137.
- Helm, H. 1980. Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15:92-105.
- Ivowi, U.M.O. 1984. Misconceptions in physics amongst Nigerian secondary school students. *Physics Education*, 19:279-285.
- Johnstone, A.H. e Mughol, A.R. 1978. The concept of electrical resistance. *Physics Education*, 13:46-49.
- Novak, J.D. 1981. *Uma teoria de educação*, São Paulo, Pioneira.
- Novak, J.D. and Gowin, D.B. 1984. *Learning how to learn*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Pacca, J. et al. 1983. Conceitos intuitivos e conteúdos formais de física: considerações. São Paulo, Instituto de Física da USP.
- Peduzzi, L.O.Q. e Peduzzi, S.S. 1985. O conceito intuitivo de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 2:6-15.
- Pines, A.L. et al. 1978. The clinical interview: a method for evaluating cognitive structure. Ithaca, N.Y., Cornell University, Department of Education Curriculum Series No. 6.
- Preece, P.F. 1978. Exploration of semantic space: review of research on the organization of scientific concepts in semantic memory. *Science Education*, 62:547-562.
- Santos, C.A. e Moreira, M.A. 1979a. Instrumentos de medida para o mapeamento cognitivo de conceitos físicos. *Revista Brasileira de Física*, 9:835-848.
- Santos, C.A. e Moreira, M.A. 1979b. Aplicação da análise multidimensional ao mapeamento cognitivo de conceitos físicos. *Revista Brasileira de Física*, 9:849-858.
- Santos, C.A. e Moreira, M.A. 1979c. Aplicação da análise de agrupamentos hierárquicos ao mapeamento cognitivo de conceitos físicos. *Revista Brasileira de Física*, 9:859-869.
- Sebastiá, J.M. 1984. Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2:161-169.
- Silveira, F.L. 1985. Coeficiente beta: estimativa do coeficiente de fidedignidade de uma variável composta. *Educação e Seleção*, 11:105-108.
- Stewart, J. 1979. Content and cognitive structure: critique of assessment and representation techniques used by science education researchers. *Science Education*, 63:395-405.
- Viennot, L. 1979. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1:205-221.
- Watts, D.M. e Zylberstajn, A. 1981. A survey of some children's ideas about force. *Physics Education*, 16:360-365.
- Za'Rour, G.J. 1975. Science misconception among certain groups of students in Lebanon. *Journal of Research in Science Teaching*, 12:385-391.