

MAPEAMENTO DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ALUNOS DO IFUSP SOBRE RELATIVIDADE RESTRITA

Guilherme de Oliveira Jorge¹, Zwinglio de Oliveira Guimarães Filho²

¹ Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), guilherme_goj@hotmail.com

² Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), zwinglio@if.usp.br

Palavras-chave: Conceitos Alternativos, Inventários, Relatividade

Resumo expandido

Este trabalho descreve parte dos resultados obtidos em um Trabalho de Conclusão de Curso que teve como objetivo desenvolver um inventário para diagnosticar conceitos alternativos em Relatividade Restrita, seguindo o modelo de Posner et al (1982). Isso se justifica pela dificuldade conceitual da teoria e seu caráter contra intuitivo, sendo notadas dificuldades até mesmo em alunos da pós-graduação (ARRUDA e VILLANI, 1994). Para esse diagnóstico, tomamos como base o *Relativity Concept Inventory* (ASLANIDES, 2012), o qual adaptamos para o Português e adicionamos uma questão, sobre a qual discorreremos neste texto.

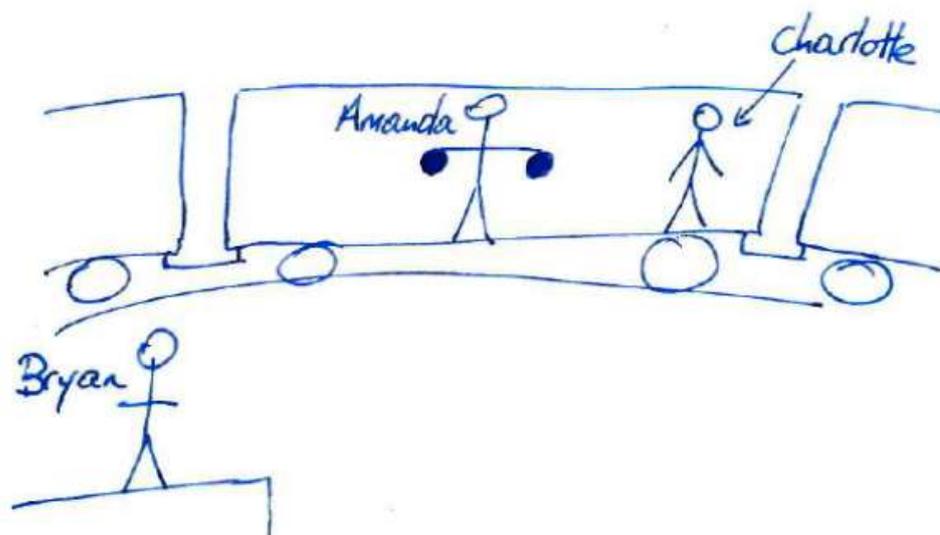
A pesquisa foi feita com alunos do Instituto de Física da USP (IFUSP), que foi onde o TCC descrito neste trabalho foi realizado. Inicialmente, distribuimos a nossa versão do inventário tomando uso da plataforma *Google Forms*, devido à pandemia do coronavírus, em um primeiro momento para alunos que estavam começando a cursar a disciplina de Física IV, antes do conteúdo sobre relatividade ser trabalhado na disciplina (não tivemos qualquer outro envolvimento com o oferecimento dessa disciplina, de modo que as respostas foram todas voluntárias, sem qualquer recompensa financeira ou acadêmica).

Devido ao número de respostas, ampliamos a nossa amostra para estudantes de duas disciplinas ministradas pelo orientador do TCC (Física Experimental 1 e Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental), e enviamos o inventário por e-mail para alunos do primeiro ano do bacharelado e dos dois primeiros anos da licenciatura do IFUSP. Os estudantes não receberam recompensa por suas participações. Ao todo, recebemos 95 respostas, com um índice de acertos médio de 13 questões.

O desenvolvimento do inventário original foi baseado em um procedimento proposto por Adams e Wieman (2011), e sua estrutura é similar à do *Force Concept Inventory* (HESTENES; WELLS; SWACKHAMER, 1992), com 24 questões teste de resposta forçada, totalizando cerca de 30 minutos em sua resolução, evitando linguagem técnica quando possível e sem exigir o uso de formalismo matemático.

O autor sugeriu que fosse adicionada uma questão similar à questão apresentada na figura 1, para formar um par simétrico de referencial. O motivo dessa adição é a necessidade de se diagnosticar se o estudante é capaz de harmonizar os conceitos de Contração do Espaço e de Simetria dos Referenciais Inerciais. Seguimos essa sugestão em nosso trabalho, criamos a questão apresentada na Figura 2, a ser apresentada aos alunos logo após a questão da Figura 1.

13 - A envergadura de Amanda medida por uma pessoa em repouso em relação a ela é D . Se Bryan medir a envergadura de Amanda conforme ela passa por ele, ele obterá um valor:

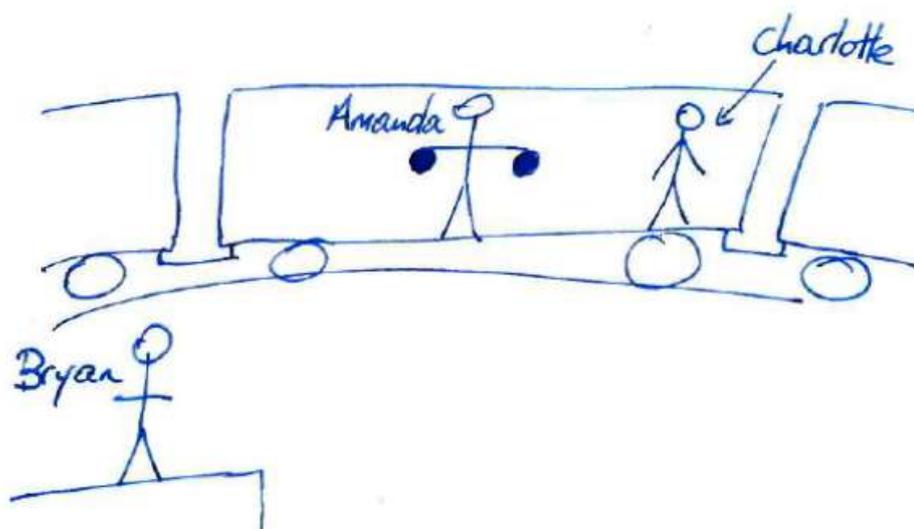


- (A) Maior que D
- (B) Igual a D
- (C) Menor que D

Figura 01: Questão 13 do inventário. Essa questão já estava presente no RCI de Aslanides. A resposta correta é a alternativa C, devido à contração espacial.

As questões 13 e 13b descrevem uma mesma situação física, tendo como diferenças o objeto observado (envergadura de Amanda na questão 13, plataforma de Bryan na questão 13b) e o observador (Bryan na questão 13, Amanda na questão 13b). O fato de o objeto ser inanimado na questão 13b, enquanto na questão 13 temos uma pessoa como objeto, também se mostrou relevante, como apresentaremos a seguir.

13B - O comprimento da plataforma em que Bryan se situa é medido por ele, resultando em um comprimento L . Se esse comprimento for medido por Amanda quando o trem passa pela estação, ela obterá um valor:



- (A) Maior que L
- (B) Igual a L
- (C) Menor que L

Figura 02: Nova questão adicionada ao inventário (Questão 13b). A resposta correta é a alternativa C, novamente devido à contração espacial.

As questões foram propositalmente apresentadas em sequência, de modo a provocar o estudante a refletir sobre a Relatividade em caso de referenciais simétricos. Assim, esperávamos encontrar muitos alunos que manifestassem a crença no conceito alternativo de Contração Assimétrica do Espaço, no qual os alunos respondem que, se para um referencial há contração dos comprimentos, então para o outro haverá dilatação dos comprimentos.

De fato, como apresentaremos adiante, o índice de acertos cai muito se deixamos de considerar as questões separadamente e tomamos em conta apenas quem acertou ambas as questões, mas as constatações que esse pareamento permitiu foram além disso. Os diferentes padrões de resposta no par sugerem conceitos alternativos diferentes.

Entre eles, notamos padrões de respostas que sugerem crenças na Dilatação do Espaço (responderam que ambos os comprimentos sofrem dilatação) e que efeitos relativísticos não afetam seres vivos. Este último caso corresponde a estudantes que responderam que a envergadura de Amanda, ao ser medida por Bryan, não teria comprimento diferente daquele medido por ela mesma, enquanto a Contração do Espaço ocorreria quando Amanda medisse a plataforma na qual Bryan

estava em pé. Houve ainda respostas que podem ser consideradas newtonianas ou cotidianas, ou seja, que não enxergavam qualquer mudança nos comprimentos.

A tabela 1 relaciona os padrões de respostas às questões e às nossas ponderações sobre esses padrões.

Tabela 01: Padrões de Resposta das Questões 13 e 13B. A incidência de acertos na questão 13, quando olhada isoladamente, é de 44%, similar ao da 13B, de 47%, porém apenas 21% das respostas acertaram as duas questões.

Padrão de Resposta	Nossa Interpretação	Incidência
13 - C e 13b - C	Pensamento Relativístico	21%
13 - C e 13b - A 13 - A e 13b - C	Contração Assimétrica do Espaço	47%
13 - A e 13b - A	Dilatação do Espaço	12%
13 - B e 13b - A	Relatividade Não Afeta Seres Vivos	6%
13 - B e 13b - B	Padrão Newtoniano	15%

Por fim, esse pareamento evidenciou que o agrupamento das questões do inventário pode nos trazer reflexões mais valiosas que a análise individual, ou a simples procura por covariâncias dos acertos. Isso sugere que a análise pode ser aprimorada se padrões de respostas envolvendo duas ou mais questões forem considerados.

Os nossos resultados, bem como a nossa versão do inventário, estão disponíveis no [site https://sites.google.com/usp.br/concepcoes-relatividade/página-inicial](https://sites.google.com/usp.br/concepcoes-relatividade/página-inicial).

Referências

ADAMS, W. K.; WIEMAN, C. E. Development and Validation of Instruments to Measure Learning of Expert-Like Thinking. **International Journal of Science Education**, Routledge, v. 33, n. 9, p. 1289–1312, 2011.

ARRUDA, S. M.; VILLANI, A. Mudança Conceitual no Ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 88–99, 1994.

ASLANIDES, J. S. **The Relativity Concept Inventory**. Tese (Bacharelado) - Research School of Physics and Engineering, Australian National University. Canberra, Austrália, p. 130, 2012.

HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory. **The Physics Teacher**, v. 30, n. 3, p. 141–158, 1992.

POSNER, G. et al. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211–227, 1982.