

versas pesquisas do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Entre as pesquisas, algumas [2-5] utilizaram jogos virtuais, outras [6-7] optaram por jogos analógicos e, de maneira similar, outras [8-11] trabalharam com jogos de tabuleiros.

Todos esses autores trabalham os conceitos físicos de maneira dinâmica, fazendo, assim, com que os estudantes despertem a curiosidade e interesse por tal ciência. À vista disso, acreditamos que tais estratégias inserem uma potencialidade significativa no processo de ensino e aprendizagem de física.

Assim, esperamos que os professores de física busquem e utilizem novas metodologias que contribuam para a reestruturação do atual cenário do ensino de física.

2. Produto educacional

O produto educacional é composto por um jogo didático, chamado de “Bingo TRE”, e uma sugestão de sequência didática para a aplicação do mesmo. Tal recurso didático é fruto do nosso trabalho de dissertação apresentada ao Programa de MNPEF da Universidade Regional do Cariri (URCA) localizada no Juazeiro do Norte, interior do Ceará [13].

2.1. Instruções do Bingo TRE

É sugerido que este jogo seja utilizado em sala de aula, após a explicação de todo o conteúdo da TRE, tais como o Princípio da Relatividade de Galileu (PRG), Transformações de Galileu (TG), os postulados de Einstein, dilatação temporal, contração do espaço, Transformações de Lorentz (TL), entre outros conceitos abordados nos livros didáticos do Ensino Médio.

A seguir, constam o manual do Bingo TRE e todas as perguntas e respostas abordadas neste jogo didático. Aconselha-se que o docente veja todas as combinações antes de iniciar a abordagem do referido conteúdo para, assim, saber o que tratar nas aulas anteriores à dinâmica. Apresentamos, também, uma sugestão de sequência didática para a aplicação do Bingo TRE e as instruções para quem deseja imprimir e utilizar este material didático em sala de aula.

2.2. Manual do Bingo TRE

Esse jogo contém 48 cartelas, três listas com as 30 perguntas, um globo e 30 bolinhas com a numeração das 30 perguntas a serem sorteadas. As perguntas foram separadas de forma que

fiquem dez perguntas para cada coluna da cartela, obedecendo à seguinte ordem:

Na coluna **T**: estão as respostas das perguntas de 1 a 10;

Na coluna **R**: estão as respostas das perguntas de 11 a 20;

Na coluna **E**: estão as respostas das perguntas de 21 a 30.

Número de jogadores: pode-se jogar em grupo ou individualmente e a quantidade de cartelas por pessoa/grupo fica a depender do número de jogadores, sabendo-se que quanto maior for o número de cartelas, mais chance o jogador terá de ganhar.

Jogando: inicialmente serão distribuídas as cartelas para os jogadores. Em seguida, será conferido se a quantidade de bolas do globo é de trinta bolas, inserindo-as no globo para serem misturadas e dar início ao bingo. É importante notar que, ao sortear a bolinha, a pessoa tem que informar apenas a coluna (letra) na qual está a resposta dessa pergunta e posteriormente ditar a pergunta para que os participantes verifiquem se têm a resposta em sua cartela. Por fim, o(s) jogador(es) que preencher (em) primeiro a cartela, terá(ão) que dizer a palavra “TRE” e entregar a cartela para conferir se foram realmente sorteadas todas as perguntas das respostas contidas na mesma. Se a cartela estiver marcada corretamente, esse(s) jogador(es) será(ão) o(s) vencedor(es), caso contrário, será informada a inconsistência e dar-se-á a continuidade até que uma cartela seja preenchida corretamente.

2.3. Perguntas e respostas abordadas no Bingo TRE

1) Qual o ano da publicação da teoria da relatividade especial?

R: 1905.

2) Qual cientista publicou a teoria da relatividade especial?

R: Albert Einstein.

3) Qual teoria substitui a noção de espaço e tempo absolutos pela noção de espaço e tempo relativos?

R: Teoria da relatividade especial.

4) O que possui a maior velocidade no universo?

R: Luz no vácuo.

5) A partir da publicação da teoria da relatividade especial, quais conceitos fundamentais ganharam uma nova interpretação?

R: Espaço e tempo.

6) A constatação de Einstein, de que diferentes observadores em movimen-

to relativo entre si, e com velocidade constante, medem a mesma velocidade para a luz, contraria qual princípio físico?

R: Adição de velocidades de Galileu.

7) Qual é uma das consequências da relatividade especial?

R: Dilatação do tempo.

8) O espaço-tempo na relatividade especial é uma estrutura constituída de quantas dimensões?

R: Três espaciais e uma temporal.

9) A teoria da relatividade especial mostrou que um novo conjunto de transformações era necessário para que a invariância das leis físicas fosse mantida no estudo de fenômenos eletromagnéticos. Qual é o nome desse conjunto de transformações?

R: Transformações de Lorentz.

10) Qual é a equação da dilatação do tempo, onde Δt_B é o tempo medido no relógio em repouso?

$$\mathbf{R:} \Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

11) De acordo com qual princípio a velocidade da luz no vácuo (c) é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais e é independente do movimento da fonte?

R: Princípio da constância da velocidade da luz.

12) Qual a velocidade da luz no vácuo?

R: 300.000 km/s.

13) Qual a outra denominação da teoria da relatividade especial?

R: Teoria da relatividade restrita.

14) Quais são as transformações, na mecânica clássica, que relacionam quantidades físicas em dois sistemas de referência em movimento relativo com velocidade constante?

R: Transformações de Galileu.

15) O que é considerado desprezível para as velocidades do nosso cotidiano, ou seja, para movimentos com velocidades muito pequenas, quando comparadas à velocidade da luz?

R: Efeitos relativísticos.

16) Qual equação expressa a transformação de Galileu, que relaciona a posição de uma partícula observada por A , que está em repouso, com a sua posição observada por B , que está em movimento e com velocidade constante em relação a A ?

$$\mathbf{R:} x_A = x_B + v \cdot t$$

17) Na Relatividade de Galileu, mecânica clássica, o tempo possui a característica de ser...

R: Absoluto.

18) Quantos postulados sustentam

a teoria da relatividade especial?

R: Dois.

19) Qual princípio diz que as leis físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais?

R: Princípio da relatividade especial.

20) Como é chamado o intervalo de tempo, medido pelo observador, para o qual os eventos ocorrem num mesmo ponto em seu referencial?

R: Intervalo de tempo próprio.

21) Qual é a equação da contração do espaço, onde L_A é o comprimento medido pelo observador que vê o objeto em repouso?

$$R: L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} L_A.$$

22) Como são chamados os relógios extremamente precisos que comprovaram o efeito da dilatação temporal?

R: Atômicos.

23) Qual o nome de uma das aplicações da teoria da relatividade mais usadas no nosso cotidiano?

R: GPS.

24) Qual é o nome do comprimento medido pelo observador, que está em movimento, em relação ao evento?

R: Comprimento relativo.

25) Qual equação expressa a Transformação de Lorentz para a posição X, no movimento paralelo ao eixo X?

$$R: x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B).$$

26) Qual equação converte a Transformação de Lorentz para o tempo?

$$R: t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B).$$

27) Qual equação converte a Transformação de Lorentz para as posições Y e Z, no movimento paralelo ao eixo X?

$$R: y_A = y_B \text{ e } z_A = z_B.$$

28) Qual equação expressa o Fator de Lorentz?

$$R: \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

29) Eventos que ocorrem simultaneamente em um referencial inercial não são necessariamente simultâneos em outro referencial em movimento relativo. Tal enunciado corresponde a qual conceito da TRE?

R: Relatividade da simultaneidade.

30) Se os sinais de dois eventos atingirem um observador equidistante num mesmo instante de tempo, podemos dizer que tais eventos são?

R: Simultâneos

2.4. Sugestão de sequência didática para aplicação do Bingo TRE

2.4.1. Primeiro encontro

Para este momento inicial, sugerimos que se apresente alguns jogos didá-

ticos para o ensino da física, seja em slides ou com os próprios materiais em sala. Saldanha [13], por exemplo, expõe uma pequena diversidade de materiais didáticos utilizados para o ensino da física e que podem ser apresentados aos estudantes. Segundo Gardner [14], esse momento é caracterizado como ponto de entrada estético, pois “alguns indivíduos são inspirados por obras de artes ou materiais organizados de maneira que demonstrem equilíbrio, harmonia, uma composição cuidadosamente projetada”.

Durante a apresentação dos materiais, sugerimos que se explique a dinâmica e adaptação de cada jogo para a área, além de comunicar aos alunos que eles jogarão posteriormente o jogo chamado de Bingo TRE, e que, para isso, é necessário a explicação do conteúdo dessa teoria, que será ministrado no próximo encontro, pois, para a participação no referido jogo, é preciso conhecer o conteúdo abordado, nesse caso, a TRE. Com relação à utilização dos materiais didáticos, é válido evidenciar que os jogos “como recurso educativo não é tão recente; Platão já afirmava que os primeiros anos da criança deveriam ser ocupados com jogos didáticos” [15].

Posteriormente, como forma de introduzir a TRE, sugerimos uma discussão sobre o PRG e o Eletromagnetismo. Para esse momento, pode-se elaborar slides para apresentar as TG, a partir de figuras que possam facilitar a visualização dos resultados. Aqui, também podem ser apresentadas as grandezas físicas que são, ou não, invariantes sob uma TG, além do PRG. Após essa breve exposição, Maxwell pode ser apresentado aos alunos como o físico que codificou o eletromagnetismo em quatro equações capazes de explicar todos os fenômenos elétricos e magnéticos da época. Depois, os discentes podem ser questionados sobre a invariância das equações de Maxwell sobre uma TG, deixando espaço para que eles possam se expressar e dar suas opiniões. Esse momento é caracterizado como uma das linhas de ataque com um foco progressivo, do ponto de vista das inteligências múltiplas [14].

Após as discussões, deve ser esclarecido do que as TG e o princípio da relatividade, no caso do eletromagnetismo,

são incompatíveis. Informa-se, que para solucionar esse conflito deve ser modificada a mecânica newtoniana e as TG substituídas, pois as equações de Maxwell e o PRG estão corretos. Por fim, deve ser informado aos discentes que o conteúdo que tem a finalidade de resolver este conflito é a TRE, modificando a mecânica newtoniana e substituindo as TG, tomando os dois postulados, formulados por Albert Einstein em 1905, como ponto de partida.

2.4.2. Segundo encontro

Esse encontro será dedicado à explicação expositiva do conteúdo propriamente dito, tais como, os postulados de Einstein, dilatação temporal, contração do espaço e Transformações de Lorentz. Mas, antes de iniciar a explicação, deve-se criar um momento, caracterizado por Gardner [14] como o ponto de entrada narrativo, onde foram introduzidos aspectos gerais do conteúdo a partir da realização de questionamentos acerca de alguns paradoxos e da promoção de um debate com os estudantes.

Durante a explanação do conteúdo, vale ressaltar para os alunos que, além da importância da TRE para o conhecimento sobre a física moderna, é necessário entendê-la para

que se saiam bem na atividade que será realizada posteriormente.

2.4.3. Terceiro encontro

Com a explicação do conteúdo finalizada, pode-se aplicar o produto educacional, Bingo TRE, que aborda o conteúdo da TRE. Para isto, sugerimos que, inicialmente, se explique aos discentes a dinâmica e adaptação do Bingo TRE para o conteúdo abordado no mesmo. Depois da explicação, pergunte se todos estão com suas cartelas e, após a confirmação, inicie o jogo conforme instruções no manual.

No fim da aplicação, sugerimos que se solicite aos alunos que façam seus próprios jogos abordando a TRE, pois, no ponto de entrada prático, segundo Gardner [14], “muitos indivíduos, particularmente os jovens, consideram mais fácil abordar um tema por meio de uma atividade em que possam se envolver ativamente - em que possam construir algo, manipular materiais, realizar experimentos”.

Sugerimos, também, que a confecção dos jogos didáticos seja realizada em grupo, pois, para Gardner [14] o trabalho em equipe é um ponto de entrada social, onde muitos dos envolvidos “aprendem melhor em um ambiente de grupo, no qual têm a oportunidade de assumir papéis diferentes, observar as perspectivas de outras pessoas, interagir regularmente e complementarem uns aos outros”.

Vale ressaltar que é interessante que o docente se coloque à disposição para orientar os discentes a respeito da ação a ser realizada. Além disso, deve-se combinar um dia para os alunos apresentarem os materiais confeccionados. Nesse momento, o docente deverá corrigir o conteúdo físico abordado nos materiais e verificar se a dinâmica é válida. Após as apresentações, deixe a turma à vontade para explorar os materiais construídos e jogá-los de acordo com as orientações de quem os desen-

volveu.

2.5. Instruções para quem deseja imprimir e utilizar o Bingo TRE

As quarenta e oito cartelas que contém o Apêndice D são as cartelas que devem ser distribuídas entre os participantes que irão jogar. Essas são as cartelas que serão marcadas pelos jogadores. Já as listas que estão nos Apêndices A, B e C são as que ficarão com quem está sorteando as bolas do “Bingo TRE”.

3. Considerações finais

As metodologias tradicionais de ensino continuam predominantes na docência, fazendo com que a disciplina de física seja vista como complicada e restrita aos cálculos, criando, assim, uma má reputação para o ensino dessa disciplina. Com a intenção de reverter esse estereótipo e incentivar os professores a usarem novas estratégias metodológicas, propusemos um jogo didático, com

finalidade de unir o lúdico ao ensino de física. A referida proposta surgiu após reflexões sobre as práticas pedagógicas utilizadas no ensino desta disciplina nas escolas públicas que, como sabemos, se distanciam do sugerido pela BNCC e pouco despertam a curiosidade e interesse dos discentes. No entanto, vale ressaltar que estamos cientes das dificuldades inerentes à docência e do pouco tempo disponível para procurar e adquirir novas metodologias.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, constatamos que os jogos didáticos são importantes ferramentas metodológicas no processo de ensino e aprendizagem de física na educação básica, pois eles surgem como um recurso que desperta o interesse dos alunos por essa ciência e pelo tema abordado, além de facilitarem a compreensão dos conteúdos.

Mostramos, ainda, que é possível fugir do tradicional e desmistificar esta

a

Apêndice A - Lista das perguntas da coluna A

1) Qual o ano da publicação da teoria da relatividade especial?

R: 1905.

2) Qual cientista publicou a teoria da relatividade especial?

R: Albert Einstein.

3) Qual teoria que substitui a noção de espaço e tempo absolutos pela noção de espaço e tempo relativos?

R: Teoria da relatividade especial.

4) O que possui a maior velocidade no universo?

R: Luz no vácuo.

5) A partir da publicação da teoria da relatividade especial, quais conceitos fundamentais ganharam uma nova interpretação?

R: Espaço e tempo.

6) A constatação de Einstein, de que diferentes observadores em movimento relativo entre si, e com velocidade constante, medem a mesma velocidade para a luz, contraria que princípio físico?

R: Adição de velocidades de Galileu.

7) Qual é uma das consequências da relatividade especial?

R: Dilatação do tempo.

8) O espaço-tempo na relatividade especial é uma estrutura constituída de quantas dimensões?

R: Três espaciais e uma temporal.

9) A teoria da relatividade especial mostrou que um novo conjunto de transformações era necessário para que a invariância das leis físicas fosse mantida no estudo de fenômenos eletromagnéticos. Qual é o nome desse conjunto de transformações?

R: Transformações de Lorentz.

10) Qual é a equação da dilatação do tempo, onde Δt_B é o tempo medido no relógio em repouso?

$$R: \Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Apêndice B - Lista das perguntas da coluna B

11) De acordo com qual princípio a velocidade da luz no vácuo (c) é a mesma em todas as direções e em todos os referenciais inerciais e é independente do movimento da fonte?

R: Princípio da constância da velocidade da luz.

12) Qual a velocidade da luz no vácuo?

R: 300.000 km/s.

13) Qual a outra denominação da teoria da relatividade especial?

R: Teoria da relatividade restrita.

14) Quais são as transformações, na mecânica clássica, que relacionam quantidades físicas em dois sistemas de referência em movimento relativo com velocidade constante?

R: Transformações de Galileu.

15) O que é considerado desprezível para as velocidades do nosso cotidiano, ou seja, para movimentos com velocidades muito pequenas, quando comparada à velocidade da luz?

R: Efeitos relativísticos.

16) Qual equação expressa a Transformação de Galileu, que relaciona a posição de uma partícula observada por A, que está em repouso, com a sua posição observada por B, que está em movimento com velocidade constante em relação a A?

$$R: x_A = x_B + v \cdot t.$$

17) Na relatividade de Galileu, mecânica clássica, qual característica o tempo possui?

R: Absoluto.

18) Quantos postulados sustentam a teoria da relatividade especial?

R: Dois.

19) Qual princípio diz que as leis físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais?

R: Princípio da relatividade especial.

Apêndice C - Lista das perguntas da coluna E

21) Qual é a equação da contração do espaço, onde L_A é o comprimento medido pelo observador que vê o objeto em repouso?

$$R: L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A.$$

22) Como são chamados os relógios extremamente precisos que comprovaram o efeito da dilatação temporal?

R: Atômicos.

23) Qual o nome de uma das aplicações da teoria da relatividade mais usadas no nosso cotidiano?

R: GPS.

24) Qual o nome do comprimento medido pelo observador em movimento em relação ao evento?

R: Comprimento relativo.

25) Qual equação expressa a Transformação de Lorentz para a posição X, no movimento paralelo ao eixo X?

$$R: x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B).$$

26) Qual equação converte a Transformação de Lorentz para o tempo?

$$R: t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B).$$

27) Qual equação converte a Transformação de Lorentz para as posições Y e Z, no movimento paralelo ao eixo X?

$$R: y_A = y_B \text{ e } z_A = z_B.$$

28) Qual equação expressa o Fator de Lorentz?

$$R: \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

29) Eventos que ocorrem simultaneamente em um referencial inercial não são necessariamente simultâneos em outro referencial em movimento relativo. Tal enunciado corresponda a qual conceito da TRE?

R: Relatividade da simultaneidade.

30) Se os sinais de dois eventos atingirem um observador equidistante num mesmo instante de tempo, podemos dizer que tais eventos são?

R: Simultâneos.

disciplina, conquistando, assim, a atenção dos estudantes com algo dinâmico e interessante. Além disso, também vimos que podemos mudar a perspectiva de que a física é uma ciência exaustiva e, com isso, contribuir para a melhoria na qualidade no processo de ensino e aprendizagem desta disciplina. Fortalecendo, assim, a possibilidade de superar os obstáculos para a inserção de novas metodologias e a necessidade de associar o lúdico à aprendizagem de física.

Contudo, o rompimento do paradigma de que a física é uma disciplina entediante e limitada ao cômputo faz-se altamente necessário e pode ser efetivado a partir da adesão ao uso de novas estratégias para o ensino dessa

ciência na educação básica.

Aqui, precisamos deixar claro que o nosso objetivo não é incentivar a substituição total dos métodos tradicionais de ensino pelo uso de jogos didáticos, mas, sim, apresentar uma alternativa para sair da rotina do ensino tradicional. Assim, o presente trabalho aponta para a utilização dos jogos didáticos como uma boa estratégia metodológica e recomenda-a para o ensino da TRE.

No entanto, destacamos que, assim como toda metodologia, o uso dessas ferramentas tem falhas e elas não são completamente eficazes para o ensino. Falando especificamente da física, sabemos que é uma disciplina com bastante teoria e linguagem matemática. Desse modo, nem sempre será possível desen-

volver a intuição física e ensinar ou praticar algum cálculo com esses materiais didáticos. Porém, mesmo com tais imperfeições, foi possível verificar que o uso desses materiais é uma metodologia eficaz e bastante aceita pelos discentes, pois instiga-os e proporciona um aumento considerável na participação da aula.

Assim, podemos considerar que essa estratégia, que envolve apenas elementos metodológicos, auxilia os docentes de física e pode ser uma saída para os desafios enfrentados no ofício de se ensinar física.

Recebido em: 15 de Dezembro de 2021

Aceito em: 10 de Outubro de 2022

Referências

- [1] BRASIL, *Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base* (MEC, Brasília, 2018).
- [2] A.I.E. deSouza, *Ensino de Física Por Meio de Jogo Online*. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2018.
- [3] D.M. Aguiar, *Produção e Utilização do Jogo de Computador no Âmbito do Ensino de Óptica Geométrica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.
- [4] F.V. da S. Diniz, *Uso do Jogo Digital "Em busca do Prêmio Nobel" para Abordar Tópicos de Atomística*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2018.
- [5] R. deO. Felizardo, *Aplicação do Jogo "Aventuras Radiológicas" para o Ensino de Física*. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2018.
- [6] H.A. Alves, *Cassino da Física: Material Complementar, Lúdico e Potencialmente Significativo para o Ensino de Ciências no 6º Ano do Nível Fundamental*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- [7] A.K. de Paiva, *Dominó Didático de Física: Uma Estratégia para o Estudo de Conceitos de Física no Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

- [8] A.M. Stiz, *Utilização de Jogos Educativos como Recurso no Processo de Ensino de Ciências Abordando Tópicos de Astrofísica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2017.
- [9] R.L. de Re, *Física de Partículas na Escola: Um Jogo Educacional*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- [10] M.R. Costa, *Avaliação e Ensino de Ondulatória, Acústica e Movimento Harmônico Simples Usando Contexto Musical e Jogo de Tabuleiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- [11] D.V. Favaretto, *Construção e Aplicação de um Jogo de Tabuleiro para o Ensino de Física*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2017.
- [12] F.F. Oliveira, D.M. Vianna and R.S. Gerbassi, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **29**, 451 (2007).
- [13] T.M.M.Saldanha, *Utilização e Desenvolvimento de Jogos Didáticos Analógicos para o Ensino da Teoria da Relatividade Especial: Uma Investigação a Partir da Percepção dos Discentes da Educação Básica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2021.
- [14] H. Gardner, in *Teorias Contemporâneas da Aprendizagem*, organizado por K. Illeris (Penso, Porto Alegre, 2013), p. 127-137.
- [15] L.M.S.Oliveira, O.G. da Silva and U.V. da S. Ferreira, *Holos* **5**, 169 (2010).
- [16] F.F. Oliveira, D.M. Vianna and R.S. Gerbassi, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **29**, 451 (2007).

Apêndice D – Cartelas do Bingo TRE

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Teoria da Relatividade Restrita	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein	Dois	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$t_A = \gamma(t_B - \frac{v}{c^2}x_B)$
Albert Einstein	300.000 km/s	GPS
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Teoria da Relatividade Restrita	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein	$x_A = x_B + v \cdot t$	Atômicos
Luz no vácuo	Dois	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Transformações de Galileu	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$
Albert Einstein	300.000 km/s	Comprimento relativo
Luz no vácuo	Absoluto	$x_A = \gamma(x_B - v \cdot t_B)$
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Teoria da Relatividade Restrita	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein	Dois	Atômicos
Luz no vácuo	$x_A = x_B + v \cdot t$	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Princípio da Relatividade Especial	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Transformações de Galileu	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
1905	300.000 km/s	Atômicos
Espaço e tempo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Transformações de Galileu	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	$x_A = x_B + v \cdot t$	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	Simultaneidade
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$
Albert Einstein	300.000 km/s	GPS
Espaço e tempo	Absoluto	Simultâneos
Dilatação do tempo	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Três espaciais e uma temporal	300.000 km/s	Atômicos
1905	Absoluto	Simultâneos
Transformações de Lorentz	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Luz no vácuo	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Dilatação do tempo	300.000 km/s	Atômicos
1905	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Espaço e tempo	300.000 km/s	Atômicos
1905	Absoluto	Simultâneos
Dilatação do tempo	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
1905	300.000 km/s	Atômicos
Espaço e tempo	Absoluto	Simultâneos
Teoria da Relatividade Especial	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Dilatação do tempo	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS

T	R	E
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
1905	Dois	GPS

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Constância da Velocidade da Luz	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	Comprimento relativo

T	R	E
Albert Einstein Luz no vácuo	300.000 km/s Absoluto	Atômicos Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
$\Delta t_A = \frac{\Delta t_B}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Princípio da Relatividade Especial	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Albert Einstein	$x_A = x_B + v \cdot t$	Atômicos
Luz no vácuo	Dois	Simultâneos
Dilatação do tempo	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Espaço e tempo	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Espaço e tempo	Dois	GPS
Dilatação do tempo	Teoria da Relatividade Restrita	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade

T	R	E
Dilatação do tempo	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Transformações de Galileu	Simultâneos
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Transformações de Lorentz	Efeitos relativísticos	Relatividade da Simultaneidade
1905	Dois	GPS

T	R	E
Luz no vácuo	Intervalo de tempo próprio	GPS
Teoria da Relatividade Especial	Efeitos relativísticos	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Dilatação do tempo	Transformações de Galileu	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Espaço e tempo	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Adição de velocidades de Galileu	Princípio da Relatividade Especial	$L_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_A$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Luz no vácuo	Absoluto	Simultâneos
Dilatação do tempo	Intervalo de tempo próprio	Comprimento relativo
Adição de velocidades de Galileu	Efeitos relativísticos	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Teoria da Relatividade Especial	Princípio da Relatividade Especial	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Luz no vácuo	Absoluto	GPS
Três espaciais e uma temporal	Intervalo de tempo próprio	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$
Transformações de Lorentz	Transformações de Galileu	Comprimento relativo
1905	$x_A = x_B + v \cdot t$	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$

T	R	E
Albert Einstein	300.000 km/s	Atômicos
Espaço e tempo	Absoluto	Simultâneos
Adição de velocidades de Galileu	Intervalo de tempo próprio	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
Transformações de Lorentz	Dois	Relatividade da Simultaneidade
Teoria da Relatividade Especial	Teoria da Relatividade Restrita	GPS

T	R	E
Luz no vácuo	Transformações de Galileu	Simultâneos
Espaço e tempo	Intervalo de tempo próprio	$y_A = y_B$ e $z_A = z_B$
Dilatação do tempo	Efeitos relativísticos	$x_A = \gamma (x_B - v \cdot t_B)$
1905	$x_A = x_B + v \cdot t$	GPS
Transformações de Lorentz	Princípio da Relatividade Especial	$t_A = \gamma (t_B - \frac{v}{c^2} x_B)$