



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**JONES DOS SANTOS OLIVEIRA**

**DEMONSTRAÇÃO DA RELATIVIDADE RESTRITA  
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS EM REALIDADE AUMENTADA  
COMO MODELO DE EXPLICAÇÃO DA RELATIVIDADE  
RESTRITA**

ARIQUEMES - RO  
2017

**Jones dos Santos Oliveira**

**DEMONSTRAÇÃO DA RELATIVIDADE RESTRITA  
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS EM REALIDADE AUMENTADA  
COMO MODELO DE EXPLICAÇÃO DA RELATIVIDADE  
RESTRITA**

Monografia apresentada ao curso de  
Graduação em Física da Faculdade de  
Educação e Meio Ambiente – FAEMA,  
como requisito parcial a obtenção do  
título de licenciatura em Física  
Orientador: prof.esp.: Fábio Prado de  
Almeida

Ariquemes - RO  
2017

**Jones dos Santos Oliveira**

**DEMONSTRAÇÃO DA RELATIVIDADE RESTRITA  
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS EM REALIDADE AUMENTADA COMO  
MODELO DE EXPLICAÇÃO DA RELATIVIDADE RESTRITA**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Física da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do título de licenciatura em Física.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Esp. Fábio Prado de Almeida - Orientador  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

---

Prof. Esp. Douglas Pereira do Nascimento  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

---

Prof. Ms. Jhonattas Muniz de Souza  
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Ariquemes, 19 de Dezembro de 2017.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por ter aberto portas para conclusão deste trabalho.

Aos meus familiares principalmente a minha mãe Seni e meu pai Lafaiete que me incentivaram.

Ao professor Osvino que me instigou a estudar física ainda na minha formação de ensino médio.

Aos meus colegas e amigos que me apoiaram, em especial aos professores de física Thiago Nunes, Reginaldo Lima, Wallas Ribeiro, Isaias Fernandes e Fábio Prado.

*“A imaginação é mais importante do que o conhecimento. O conhecimento é limitado. A imaginação envolve o mundo”.*

(Albert Einstein)

## RESUMO

O presente estudo abordará um dos fenômenos mais intrigantes da física moderna e descoberta por umas das mentes mais importante da sociedade acadêmica de física, a relatividade restrita (Albert Einstein). Em uma nova perspectiva utilizando da tecnologia de realidade aumentada, será possível visualizar o pressuposto por Einstein através de uma plataforma de realidade aumentada. Tendo como objetivo principal apresentar de forma clara os conceitos aplicados pela teoria através de deduções matemática e também com os recursos da computação gráfica.

**Palavras-chaves:** Relatividade Restrita; Realidade Aumentada; Tempo; Espaço.

## **ABSTRACT**

The present study will address one of the most intriguing phenomena of modern physics and discovered by one of the most important minds of the academic physics society, restricted relativity (Albert Einstein). In a new perspective using the technology of augmented reality, it will be possible to visualize the presupposition by Einstein through an augmented reality platform. Its main objective is to present clearly the concepts applied by theory through mathematical deductions and also with the resources of computer graphics.

**Keywords:** Restricted Relativity; Augmented Reality; Time; Space.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Movimento relativo. ....	15
Figura 2 – Trajetória relativa.....	15
Figura 3 – Modelo de um interferômetro de Michelson e Morley.....	17
Figura 4 – Relatividade do tempo.....	19
Figura 5 – Exemplo de funcionamento de uma aplicação com RA .....	22
Figura 6 – Visão do observador A. ....	23
Figura 7 – Visão do observador B. ....	24
Figura 8 – Visão Simultânea do observador A e B.....	24
Figura 9 – Códigos de resposta rápida (QR Código).. ..	25



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

3D – Três Dimensões Espaciais

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

QR – Resposta Rápida (Quick Responsive)

RA – Realidade Aumentada

VRML – Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual (Virtual Reality Modeling Language)

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1. Objetivo Geral .....	12
2.2. Objetivos Específicos .....	12
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
4.1. Velocidade Relativa.....	14
4.2. Teoria da Relatividade Restrita .....	16
4.3. Dilatação do Tempo .....	18
4.4. Contração do Espaço.....	20
4.5. Realidade Aumentada (RA) .....	22
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## INTRODUÇÃO

A Física é a ciência que propõe compreender e explicar através de estudos e comprovações os fenômenos naturais e as leis que as regem, logo o conhecimento adquirido é transmitido de um indivíduo, o professor, à alunos estudantes e boa parte deste conhecimento científico é proveniente de um sistema cognitivo e abstrato. Se tratando do processo de aprendizagem da Relatividade Restrita, proposta por Albert Einstein, para a inserção na educação básica é necessário que o professor domine cada pressupostos e poder transmitir de modo claro.

Compreender explicá-la, até mesmo os conceitos modernos da física de modo claro e objetivo, tem sido um grande desafio no meio da educação básica, pois a mesma possuem elementos contextual complexos que por muitas das vezes é preciso se utilizar de recursos e metodologias bem aplicadas. Do ponto de vista matemático a relatividade restrita, conforme Walker (2009, p. 147), tem um sentido mais simples, entretanto as pessoas têm uma imagem de ser uma teoria complicada e difícil entendimento, só é preciso manter o cuidado e compreender os pontos de vista de quem está medindo e o que está sendo medido e poder visualizar esses modelos.

Einstein surpreendeu o mundo científico com seus postulados trazendo para comunidade científica um conceito totalmente novo de relatividade, logicamente porque o mundo estava acostumado a tratar com velocidades relativamente pequena. Porém essa nova teoria passa ser muito mais abrangente fornecendo resultados muito mais preciso para qualquer possível velocidade. Dessa forma a explicação dos fenômenos relativístico torna-se mais claro, interligando o espaço e tempo e demonstrando relação espaço tempo sendo relativo a dois observadores que estão em velocidades distintas, ou seja, o tempo ele não é fixo a um elemento e seu fluxo é ajustável conforme seu referencial inercial (WALKER, 2009, p.147).

A relatividade é uma área muito importante da física Moderna e introduzi-la na educação básica, diretamente aos alunos do ensino médio, para muitos é um grande desafio. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 2017) é preciso buscar meios alternativos e instigar esses novos horizontes dentro da realidade escolar existente no país e o desafio torna-se ainda maior se tratando das dificuldades de concretizar essas metas de ensino com tão pouco espaço, recursos, materiais, tempo e contando ainda com as carências formativas e afetivas dos alunos.

Ostermann e Moreira (2000, p.24) em uma revisão bibliográfica sobre a atualização do ensino de física no ensino médio, aponta vários motivos importantes para inserção da física na educação básica, dentre elas destaca-se a necessidade e o interesse de atrair os jovens para a carreira científica pois eles serão os futuros pesquisadores e professores de física.

Portanto, objetivo é executar e transmitir uma aula de qualidade com informações simplificadas, ainda mais se tratando da Relatividade Restrita onde o esforço do aluno de compreender a teoria vai além do cálculo matemática e parte para a imaginação. O próprio Einstein dizia isso, valorizava a imaginação como mais importante que o conhecimento (BUZAN, 2005 p.54). A proposta é poder levar a Realidade Aumentada dentro das salas de aula como um modelo alternativo e prático para aguçar a curiosidade levando a uma aprendizagem significativa de forma a interagir com conteúdo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Abordar os conceitos da relatividade restrita, com ênfase em uma plataforma de realidade aumentada.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Produzir um sistema em realidade aumentada que aborde a relatividade restrita;
- Utilizar o recurso visual como atrativo, por meio de imagens ilustrativas e realidade aumentada.

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica focado em apresentar uma proposta de ensino através da tecnologia da realidade aumentada, utilizando referências como artigos e principalmente livros didáticos direcionados para o ensino da física moderna. Também se utilizou, fontes bibliográficas do acervo literário da Biblioteca Dr. Júlio Bordigon, da Faculdade de Educação do Meio Ambiente – FAEMA em Ariquemes-RO.

Quanto ao critério de busca na produção da realidade aumentada foi utilizado periódicos publicados no Google Acadêmico direcionados à educação no ensino médio.

Os critérios de inclusão foram baseados em artigos, livros disponibilizados na íntegra como fonte primária e secundária que abordassem os assuntos relacionados a relatividade restrita e realidade aumentada e aplicação da realidade aumentada como modelo ensino-aprendizagem.

Os critérios de exclusão foram os que não se enquadram aos critérios de inclusão abordado.

Para a visualização da RA foi elaborado um projeto em três dimensões (3D) pelo programa Cinema 4d demonstrando os processos físicos realizados e na execução do mesmo foi necessário a utilização do software gratuito de realidade aumentada ARtoolKit e o Corel Draw como ilustração dos códigos QR. O processo de execução está mencionado no item 4.6. A abordagem do assunto e a produção tem como caráter demonstrativo, o que significa que a descrição de cada passo relacionado a modelagem, ilustração e programação não serão descritos devido a especificidade.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Velocidade Relativa

Para entender os conceitos de velocidade relativa (VR) é preciso antes compreender um princípio simples, toda vez que se afirmar que certo objeto realiza um movimento com velocidade ( $v$ ) e sua posição no tempo ( $r$ ), obviamente são valores obtidos a partir de uma posição fixa no espaço denominado observador, através do observador torna-se possível medir a posição e a velocidade de um corpo estabelecido por um sistema de coordenadas. Por definir esses parâmetros sua posição muitas vezes é considerada a posição  $r = 0$  (OLIVEIRA, 2005, p.22). Por exemplo imagine você sentado dentro de um ônibus, dessa forma pode se dizer que o ônibus está em movimento em relação a rua. No entanto não é errado dizer que você e o motorista estão parados em relação ao ônibus com velocidade  $v = 0$  e observa as árvores e casas próximas à rua se movendo para traz. Podemos imaginar uma segunda situação onde você dentro do ônibus que está parado em relação ao ponto na rua (ponto de ônibus). Neste caso a velocidade do ônibus é dada  $v = 0$ , porém você começa a se locomover em direção ao motorista com velocidade ( $v_p$ ) constante de  $1 \text{ m/s}$ , tanto para o ônibus que está parado, quanto para o ponto de ônibus a sua velocidade é a mesma  $1 \text{ m/s}$ . Imagine agora que o ônibus começa a se locomover com uma velocidade  $v_o$  constante de  $10 \text{ m/s}$  afastando do ponto de ônibus e você continua em sua trajetória com a mesma velocidade, qual seria a sua velocidade do referencial do ponto de ônibus? Sua velocidade seria descrita  $v_o + v_p = 11 \text{ m/s}$  se a acaso seu movimento fosse em sentido contrário do movimento do ônibus a sua velocidade em relação ao referencial do ponto de ônibus seria  $v_o - v_p = 9 \text{ m/s}$  (Peruzzo, 2013, p. 2). Como pode ser mostrada na Figura 1.

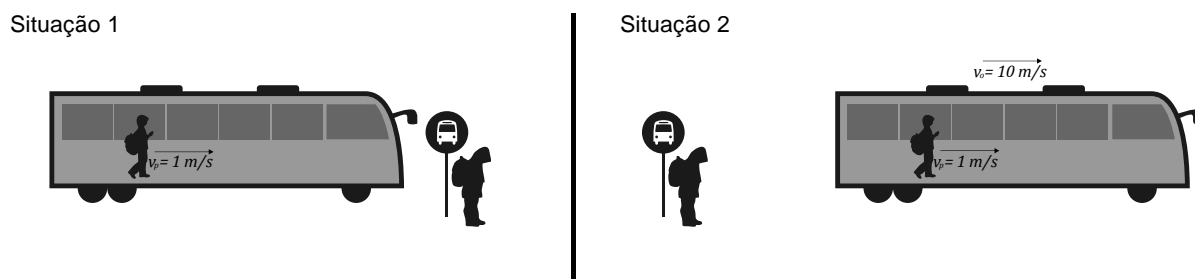


Figura 1 – Movimento relativo. Fonte: o autor

Segundo Da Silva et al., (2017) os referenciais descrevem um sistema de coordenadas próprio de cada observador, dado o exemplo de uma bomba sendo lançada por um avião, a trajetória vista pelo avião em movimento será diferente da trajetória do observador parado na terra (Figura 2), entretanto o ponto em a bomba toca o solo será igual.

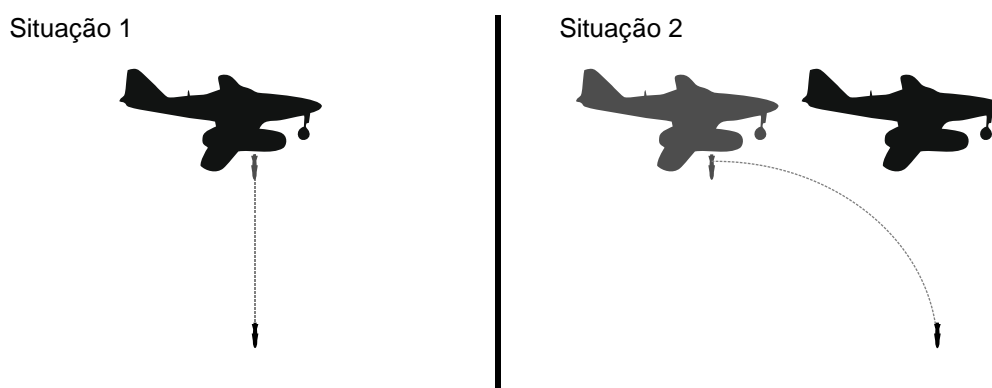


Figura 2 – Trajetória relativa. Fonte: o autor

Desta forma a expressão relativística da posição de um objeto estão relacionados por:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}' + \mathbf{R} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde  $\mathbf{r}$  é a posição medida de um sistema de coordenadas do observador  $A$  e  $\mathbf{r}'$  e a posição do sistema de coordenadas de  $B$ , e a posição de  $B$  em relação a  $A$  é dada por  $\mathbf{R}$ , a descrição pode ser vista como uma regra geral que facilita transformação de um sistema de coordenadas entre os observadores  $A$  e  $B$ .



## 4.2. Teoria da Relatividade Restrita

Segundo Oliveira (2005, p.50) aos 16 anos de idade, Einstein já tinha se despertado por um problema que havia deixado desconfiado. Ao imaginar-se olhando para um espelho o que aconteceria se fosse possível viajar a velocidade da luz no vácuo? De acordo com a mecânica clássica a nossa imagem desapareceria, pois só é possível ver a imagem refletida se a luz alcançar o espelho. As mesmas propriedades se aplicam à segunda lei de Newton, mas para Maxwell a luz é uma onda eletromagnética e se moveria a uma velocidade constante de  $300000 \text{ km/s}$ .

Conforme Chaves (2001, p.38) o próprio Maxwell acreditava que era necessário que a luz, por possuir propriedades ondulatórias, necessitava de um meio para a propagação, denominado éter. Para Maxwell o éter seria um meio sutil, uma substância que preenchia todo o espaço por onde os campos magnéticos e elétricos se manifestavam, por ele as ondas eletromagnéticas (luz) se propagavam.

Não contente só com a definição de que toda onda precisava de um meio de propagação no caso o éter, era preciso comprovar os efeitos e a interferências nas ondas eletromagnéticas. Baseando-se no movimento e na velocidade que a terra realiza Michelson e Morley executaram um experimento muito preciso em 1887 chamado de Interferômetro. O instrumento teria a capacidade de verificar a interferência de dois raios luminosos divididos por um espelho semitransparente caso a mudança de ângulo do aparelho fosse realizado. Michelson e Morley se decepcionaram com os resultados, eles esperavam que uma rotação de  $90^\circ$  fosse o suficiente para demonstrar 40% do deslocamento de uma franja de interferência, mas o equipamento só mediu 1% o que equivalia a ordem de imprecisão do aparelho (Tripler et al., 2006, p.8).

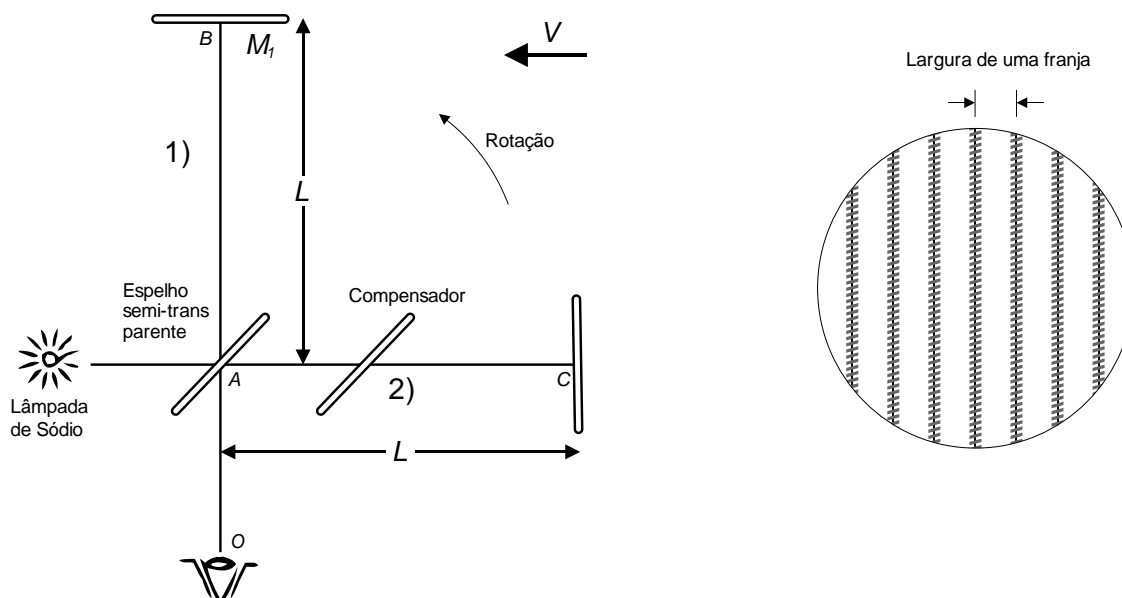


Figura 3 – Modelo de um interferômetro de Michelson e Morley. Fonte: o autor

O experimento só reforçou que mesmo comprovando ou não sua existência, o éter não poderia ser considerado um modelo de referencial para os cálculos de Maxwell abrindo um precedente importante, o modelo de movimento relativo newtoniano não se aplicava as invariâncias do eletromagnetismo. Para resolver essas e outras demais questões Einstein propôs dois postulados:

- 1º) As leis da Física são as mesmas para todos os referenciais inerciais;
- 2º) A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor em todos os sistemas inerciais.

Com esses dois postulados Einstein lança de vez por terra a teoria da existência do éter como um sistema de referencial absoluto, e não haveria um sistema absoluto de observação, o que existe seria nada mais que o movimento relativo. O segundo princípio ou postulado diz respeito a velocidade da luz é constante independente de qualquer sistema inercial, colocando como a mais alta velocidade existente na natureza. Lembra do experimento mental de Einstein que se olhássemos para um espelho ambos viajando a velocidade da luz, pois é conforme o postulado, mesmo viajando a uma velocidade da luz seria possível ver nosso reflexo, isso porque a luz viajaria com uma velocidade constante no referencial do observador, no caso a pessoa olhando para o espelho. Experimento que mais tarde foi comprovado pelo laboratório CERN em 1964 um pouco depois da morte de Einstein comprovou que durante o decaimento do pión ( $\pi^0$ ), para duas partículas gamas ( $\gamma$ ), no referencial do

píon que realizava movimento com velocidades de  $v = 0,99975c$  as emissões dos raios foram de  $c = 2,9977 \times 10^8 \text{ m/s}$ . Portanto para o referencial do píon a emissão dos raios gamas foram a mesma da velocidade da luz de uma fonte em repouso (OLIVEIRA, 2005, p.57).

De fato, esses experimentos só comprovaram as propriedades relativas da observação, e que observar o comportamento e a trajetória em ambos os referenciais poderiam trazer uma nova abordagem de espaço e tempo.

#### 4.3. Dilatação do Tempo

O conceito chave para esclarecer um pouco sobre a dilatação do tempo é a simultaneidade, segundo o dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (2010), simultaneidade diz respeito a dois eventos acontecendo ao mesmo tempo, simultâneos. Por exemplo um raio que atinge um poste quando um trem chega a uma estação, ou até mesmo quando dois relógios marcam as exatas 7 horas. Sendo assim a simultaneidade está tão presente nos nossos dias que não fere nosso senso comum de realidade. Mas o que não analisamos é que a simultaneidade é um conceito relativístico e está associado diretamente à relatividade do tempo.

Vamos realizar um experimento mental. Imagine um trem contendo um observador (A) dentro e um outro observador (B) fora do trem. O trem possui um espelho em seu teto que refletira um feixe luminoso posicionado perpendicularmente ao espelho. O objetivo do experimento e simplesmente medir o tempo em que o feixe luminoso demorar para percorrer a distância até o espelho e voltar (MARTINS, 2008, p.48-49). Logicamente o observador que está dentro do trem verá o feixe de luz somente ir e voltar perpendicularmente, conforme a descrição da situação 1 da figura 4. E o tempo pode ser expressado da seguinte forma:

$$\Delta t_A = \frac{2d}{c} \quad (\text{Equação 2.1})$$

Agora analisando o sistema do Observador (B) que se desloca a uma distancia  $v\Delta t_B$  fará uma trajetória diferente do observador anterior. O Caminho será igual a  $2l$ , situação 2 da figura 4. Então a expressão do tempo passa a ser:

$$\Delta t_B = \frac{2l}{c} \quad (\text{Equação 2.2})$$

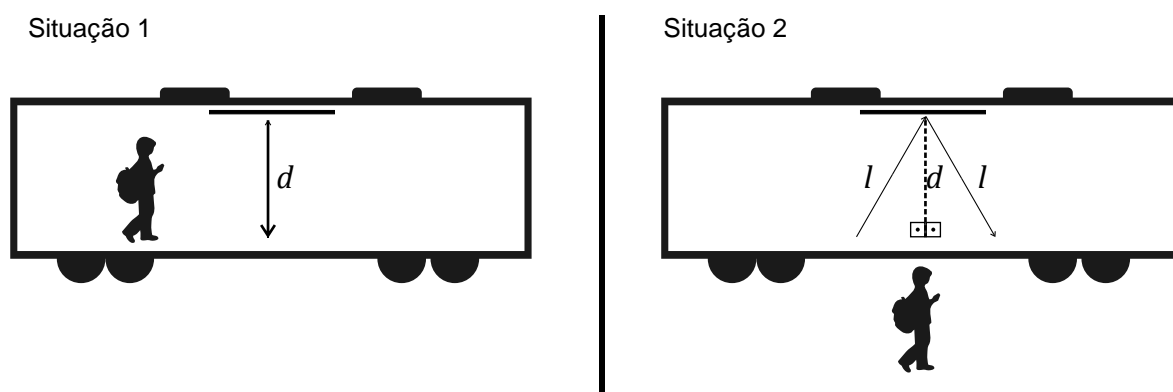


Figura 4 – Relatividade do tempo. Fonte: o autor

Feito as resoluções, aplica-se o teorema de Pitágoras no triângulo retângulo:

$$l = \sqrt{\left(\frac{v}{2}\Delta t_B\right)^2 + d^2} \quad (\text{Equação 2.3})$$

Com as expressões de tempo medido pelo Observador (A) e pelo Observador (B), o resultado é obtido por:

$$l = \sqrt{\left(\frac{v}{2}\Delta t_B\right)^2 + \left(\frac{c}{2}\Delta t_A\right)^2} \quad (\text{Equação 2.4})$$

Substituindo os valores de  $l$  da fórmula extraída da equação 2.2 e elevando ambos, define-se:

$$\left(\frac{c}{2}\Delta t_B\right)^2 = \left(\frac{v}{2}\Delta t_B\right)^2 + \left(\frac{c}{2}\Delta t_A\right)^2 \quad (\text{Equação 2.5})$$

Realizando toda a simplificação obtêm-se a seguinte expressão que demonstra a relação para os intervalos de tempo entre  $\Delta t_A$  e  $\Delta t_B$ :

$$\Delta t_B = \frac{\Delta t_A}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (\text{Equação 2.6})$$

É válido notar na observação da fórmula que para a distorção do tempo do  $\Delta t_B$  para  $\Delta t_A$  seja notória, a velocidade  $v$  é preciso estar em condições extremamente alta, ou seja é impossível notar a distorção do tempo em objetos que se movem a velocidades casuais como um carro ou trem em movimento, pois a mesma não se pode aproximar nem a um centésimo da porcentagem da velocidade da constante  $c$  que é  $c = 2,9977 \times 10^8 \text{ m/s}$  (OLIVEIRA, 2005, p.60).

#### 4.4. Contração do Espaço

Para medir o comprimento de um certo objeto é necessário calcular a distância entre dois pontos, vamos chamar esse comprimento de  $\Delta L$ , onde  $L_0$  é o comprimento inicial e  $L$  o comprimento final. Conforme o experimento realizado anteriormente é possível comprovar matematicamente a dilatação do tempo do observador (A) para (B). Se é possível o tempo esticar e encolher, então o que acontece com o espaço sabendo que tal objeto realizasse um movimento com velocidades próximas a velocidade da luz ( $c$ ).

Realizando novamente o experimento anterior, porém agora o objetivo será medir o comprimento da plataforma em relação ao observador fora do trem (Figura 4, situação 2). Imagine que fosse possível o observador (B) pegar uma régua, medir o intervalo de tempo e então o mesmo chegar à seguinte conclusão:

$$L_0 = v\Delta t_B \quad (\text{Equação 3.1})$$

Mas para o observador (A) que está dentro, o trem está parado e a plataforma é que se move para traz. Para ele o comprimento da plataforma é equivalente a:

$$L = v\Delta t_A \quad (\text{Equação 3.2})$$

Para ter a relação das fórmulas isolamos a velocidade do comprimento de um observador para o outro dividindo um comprimento com o outro em  $v = \Delta t_B/L_0$  e  $v = \Delta t_A/L_0$  igualamos as duas formulas em relação a  $v$  e obtermos a expressão:

$$L = L_0 \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} \quad (\text{Equação 3.3})$$

Sabendo que a relação da expressão da dilatação do tempo visto anteriormente:  $\Delta t_A/\Delta t_B = \sqrt{1 - v^2/c^2}$ , deduzimos que:

$$L = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2} \quad (\text{Equação 3.4})$$

Segundo Chaves (2001, p.40) “O comprimento de um corpo medido em um referencial em que ele esteja parado é denominado comprimento próprio”. Ou seja, para o observador que estava dentro do trem as medidas do vagão não sofrem efeito de dilatação entretanto para o observador (B) que está medindo o vagão em movimento percebe que o espaço foi encolhido. Sendo assim, pode se concluir que quanto mais próximo a velocidade da luz maior será contração do espaço, neste caso esse fenômeno é conhecido como contração do espaço ou contração de Lorentz-FitzGerald.

#### 4.5. Realidade Aumentada (RA)

A combinação do virtual com a realidade através de uma tecnologia de visualização tem um conceito definido, a realidade aumentada (RA), que é nada mais que uma tecnologia que insere figuras gráficas ou modelos em três dimensões através de um software que captura as imagens de uma câmera (webcam) e transmite em tempo real (SILVA, 2010, p.53).

Moreira (2011, p.11) afirma para se obter uma aprendizagem significativa o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo juntamente com a predisposição do aluno em aprender. Conforme Camargo (2011, p.232) a realidade aumenta usada como metodologia de ensino e aprendizagem pode ser uma ferramenta potencialmente significativo para a compreensão dos conteúdos aplicados da física, logicamente, pois muitos dos assuntos abordados pela física como os da física moderna exige que o aluno recrie e visualize um sistema, imergindo o aluno ao conteúdo e fazendo com que o mesmo interaja e manipule o sistema em 3D como se o objeto estivesse exatamente no mesmo local. Segundo Cardoso et. Al. (2014, p.332) o recurso da tecnologia aumentada é extremamente eficiente por possuir a capacidade de exibir os objetos com toda riqueza de detalhes sem necessitar que docente solicite a imaginação de tais objetos.

O processo de exibição da realidade aumentada consiste na captura da figura exibida diretamente a câmera onde o software (Programa) identifica e renderiza o objeto associado a figura previamente exposta (Figura 6).

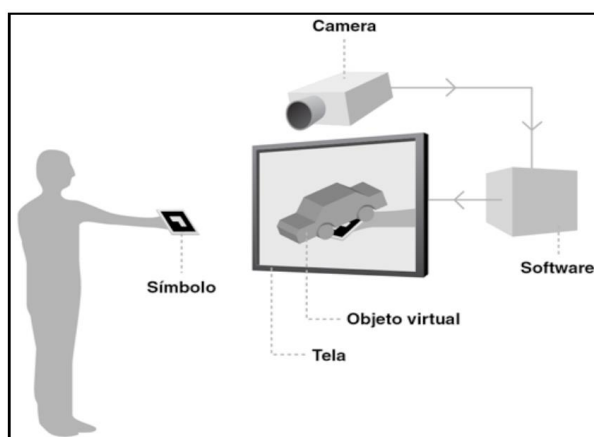


Figura 5 – Exemplo de funcionamento de uma aplicação com RA Cardoso et. al. (2014).

#### 4.6. Proposta Metodológica: Construção e Aplicação da Realidade Aumentada Para Explicação da Relatividade Restrita

Para criação de modelos em realidade aumentada foram utilizados como recursos softwares de modelagem em 3D e software realidade aumentada.

- Cinema 4D – Software de modelagem e animação em 3D;
- ARtoolKit – Software de visualização e leitura de Código QR (Quick Response) para realidade aumentada.

Foi modelado um sistema em duas situações distintas e uma com a sobreposição das duas situações utilizando o Cinema 4d, além da modelagem a interface do sistema possui uma animação simples demonstrando a situação no momento em que a luz viaja conforme o observador de dentro do vagão. Depois de modelado, o sistema é renderizado na linguagem em VRML com a extensão de arquivo (vrl)

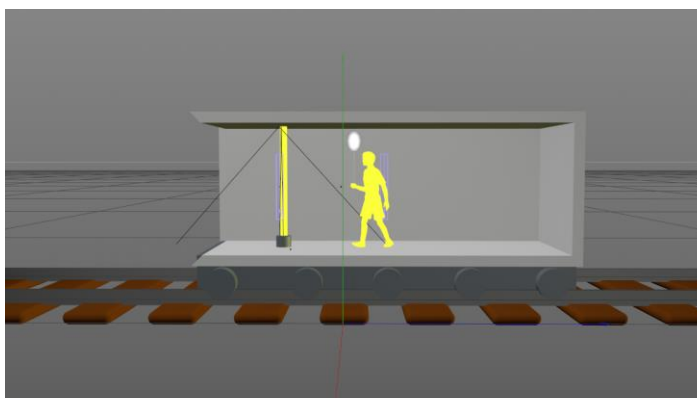


Figura 6 – Visão do observador A. Fonte: o autor

Outro sistema foi criado demonstrando o comportamento relativo da luz conforme o observador posicionado fora do vagão realizando um movimento contínuo. A figura a seguir demonstra a distorção do espaço tempo da trajetória da luz em relação ao observador B



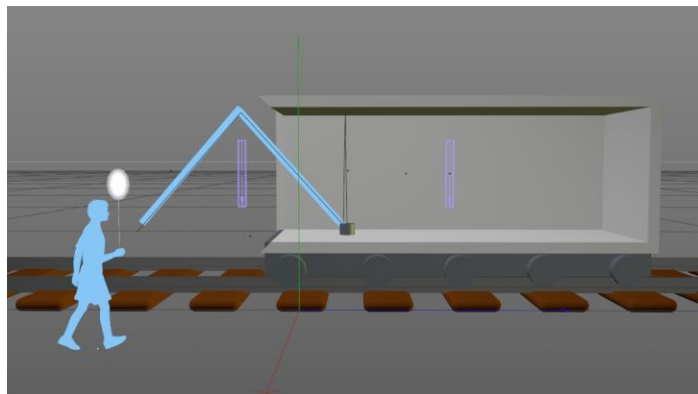


Figura 7 – Visão do observador B. Fonte: o autor

O terceiro sistema apresentado trata-se de uma sobreposição dos dois sistemas já mencionados. A figura mostra com as cores diferenciadas em amarelo e azul um contraste da relatividade que há entre dois observadores com velocidades e posições distintas.

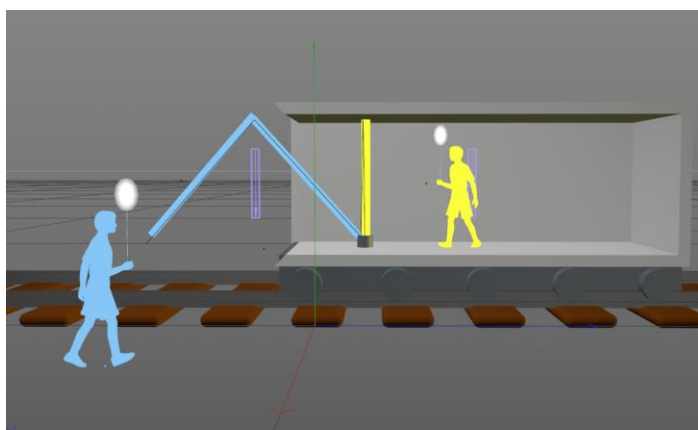


Figura 8 – Visão Simultânea do observador A e B. Fonte: o autor

Através do software de visualização em realidade aumentada é possível comparar os três sistemas com uma animação básica e compreender o princípio da relatividade restrita. O sistema também compara os as duas situações em tempo real também com animação de 3 segundos.

Para visualizar o sistema em realidade aumentada o programa ARtoolKit faz a leitura dos códigos QR e apresenta em tempo real os já definidos pelo programa são apresentados com as figuras (Figura 9).

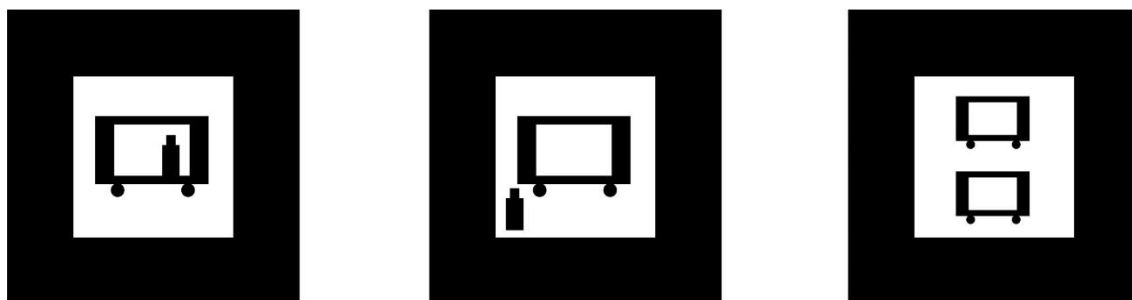

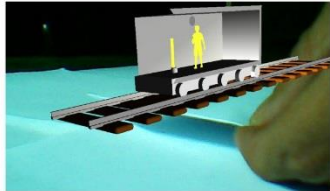
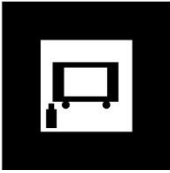
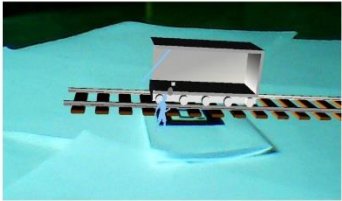

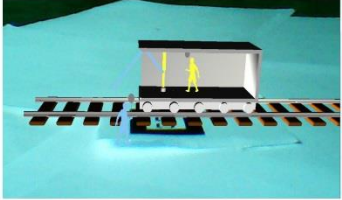


Figura 9 – Códigos de resposta rápida (QR Código). Fonte: o autor.

Cada elemento apresentado na Figura 9 representa um sistema de realidade aumentada como mostra a Quadro 1.

	<p>Observador A está dentro do vagão com movimento contínuo, para ele o feixe de luz realiza uma trajetória perpendicular ao plano.</p>	
	<p>Observador B está fora do vagão com velocidade nula em relação ao vagão, para ele o feixe de luz realiza movimentos em em duas diagonais antes e pós reflexão.</p>	
	<p>Visão dos observadores A e B as trajetórias são diferentes porém para o Observador B o espaço do vagão foi distorcido.</p>	

Quadro 1 – Representação dos códigos QR associada à realidade aumentada. Fonte: o autor

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que o processo de ensino aprendizagem da física moderna seja eficiente, é necessário que o docente além de ter os conhecimentos específicos do conteúdo, é importante que o mesmo seja empático com as necessidades que o aluno precisa para poder visualizar tais assuntos. A tecnologia traz toda essa bagagem, a realidade virtual é um meio eficaz no aprendizado por ser de aplicação prática e instantânea.

O recurso da realidade aumentada aplicada na teoria da relatividade restrita é somente um dos meios exploratório, ela pode abranger vários outros fenômenos físicos onde a capacidade da imaginação é mais exigida, e a interatividade passa ser necessária.

## REFERÊNCIAS

- ARToolKit v5.3.2. Disponível em: < <https://www.artoolkit.org>> Acesso 21 Outubro 2017.
- BACICH, Lilian e MORAN, José. Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: **Uma Abordagem Teórico-Prática**. São Paulo: Penso Editora LTDA, v.1
- BUZAN, Tony. **O poder de inteligência criativa: 10 maneiras de ativar seu gênio criativo**. São Paulo: Cultrix, 2005.
- CAMARGO, Clarissa Xavier de et al. Aplicações de Realidade Aumentada para Ensino de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás Campus Jataí. In: **VII WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA (WRVA'2010)**. 2010. Disponível em: < <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2010/0029.pdf>> Acesso em: 22 Setembro 2017.
- CARDOSO, Raul GS et al. Uso da realidade aumentada em auxílio à Educação. **Anais do Computer on the Beach**, p. 330-339, 2014. Disponível em: < <https://siaiap32.univali.br//seer/index.php/acotb/article/view/5337/2794>>
- CHAVES, Alaor Silvério. **Física: Ondas, relatividade e física quântica**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., v.3, 2001.
- DA SILVA, Carlos Alberto Stechhahn; PICARELLI, Simone Seixas; LIMA, Marco Antonio Ferreira. A Teoria da Relatividade Especial de Einstein. **Revista Acadêmica Integra/Ação**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em <<http://www.fics.edu.br/index.php/integraacao/article/view/541>> Acesso em 12 Setembro 2017.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. Curitiba : Positivo, 5. ed. 2010.
- MARTINS, Roberto A. **Teoria da relatividade especial**. Campinas: GHTC, 2008.
- MOREIRA, Marco Antonio. O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA? (After all, what is meaningful learning?). **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, ORGANIZADORES PRÉVIOS, MAPAS CONCEITUAIS, DIAGRAMAS V e UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS<sup>1</sup>**, p. 5. Disponível em: <<http://www.faatensino.com.br/wp-content/uploads/2014/04/Aprendizagem-significativa-Organizadores-pr%C3%A9vios-Diagramas-V-Unidades-de-ensino-potencialmente-significativas.pdf#page=5>> Acesso em: 13 Outubro 2017.
- OLIVEIRA, Ivan S. **Física Moderna para iniciados, interessados e aficionados**. São Paulo: Livraria da Física, v.1, 2005.
- OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa" Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 5, n. 1 (jan./abr.**

2000), p. 23-48, 2000. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/141158> > Acesso em: 17 Dezembro 2017.

PCN+ Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Física. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)> Acesso em: 15 Setembro 2017.

PERUZZO, Jucimar. **Teoria da Relatividade Especial**. Irani (SC): Jucimar Peruzzo, 2013.

SILVA, Anderson L. **Do Digitado ao Digital: Ensaio híbrido**. São Paulo, 2010.

TRYPLER, Paulo A. e LLEWELLYN, Ralph A. **Física Moderna**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

WALKER, Jearl. **Halliday, David: Fundamentos de física**. 4. Rio de Janeiro: LTC, v.4, 2009.