



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



UMA VIAGEM ARRETADA PARA UMA TÁ DE RELATIVIDADE

Maria Derlandia de Araújo Januário

Francisco Augusto Silva Nobre

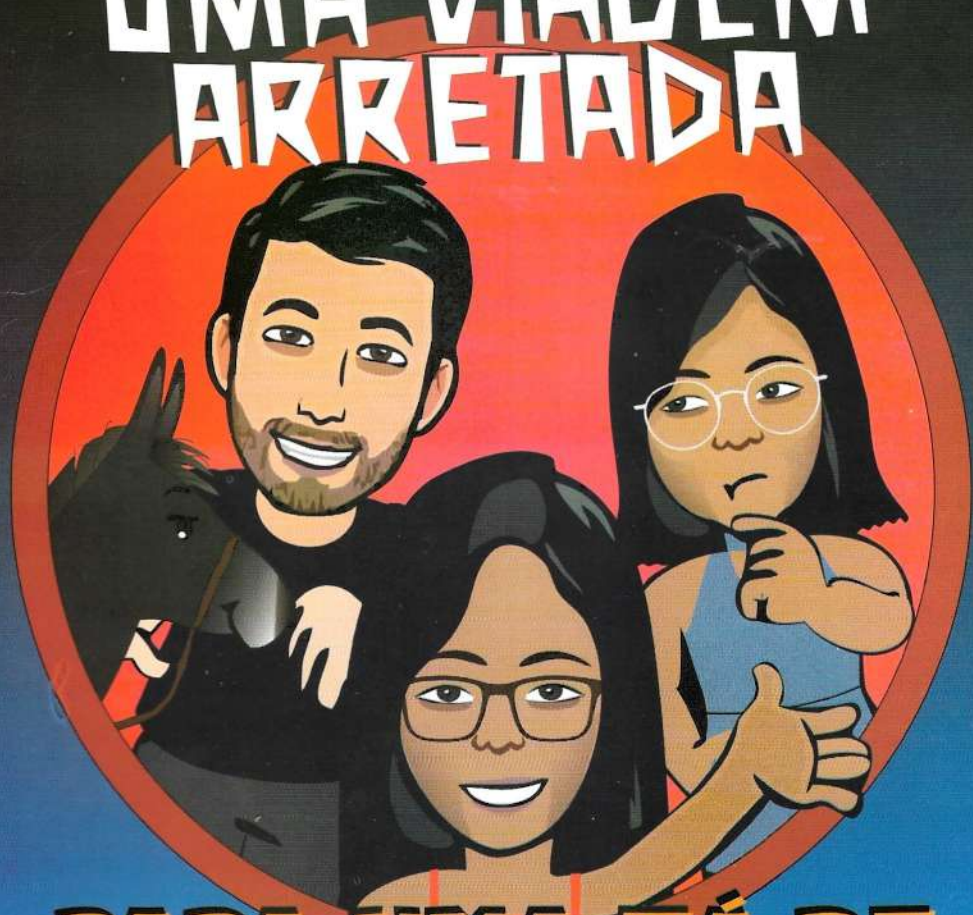


É livre a reprodução exclusivamente para fins não comerciais, desde que a fonte seja citada.


POETISAS: JUCILEIDE SANTOS e DERLANDIA ARAÚJO
ILUSTRADORA: KHENNYA ARAÚJO
ORIENTAÇÃO: AUGUSTO NOBRE



UMA VIAGEM ARRETADA



**PARA UMA TÁ DE
RELATIVIDADE**

CORDELTECA de Folhetos Científicos
Poeta Gonçalo Ferreira da Silva
 Departamento de Física
URCA

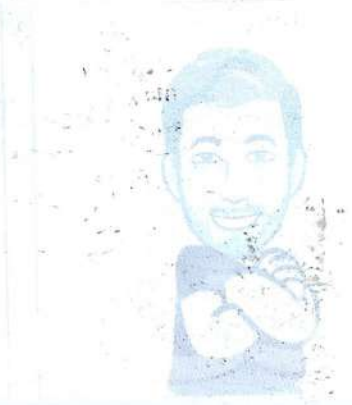
Este é o produto educacional fruto da dissertação de Mestrado da professora e poetisa Maria Derlandia de Araújo Jannário, sob orientação do professor Francisco Augusto Silva Nobre, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 31, da Universidade Regional do Cariri - URCA.

O enredo do folheto de cordel em formato de História em Quadrinhos, "Uma viagem arretada para uma tá de relatividade", apresenta o conteúdo de Relatividade Restrita, e contou com a arte da poetisa Jucileide Santos.

As ilustrações foram produzidas por Khennya Araújo, que com sua criatividade, tecem desenhos que enriquecem a comunicação da história.

DECLAME! VEJA! A BELA RELATIVIDADE DA FÍSICA.

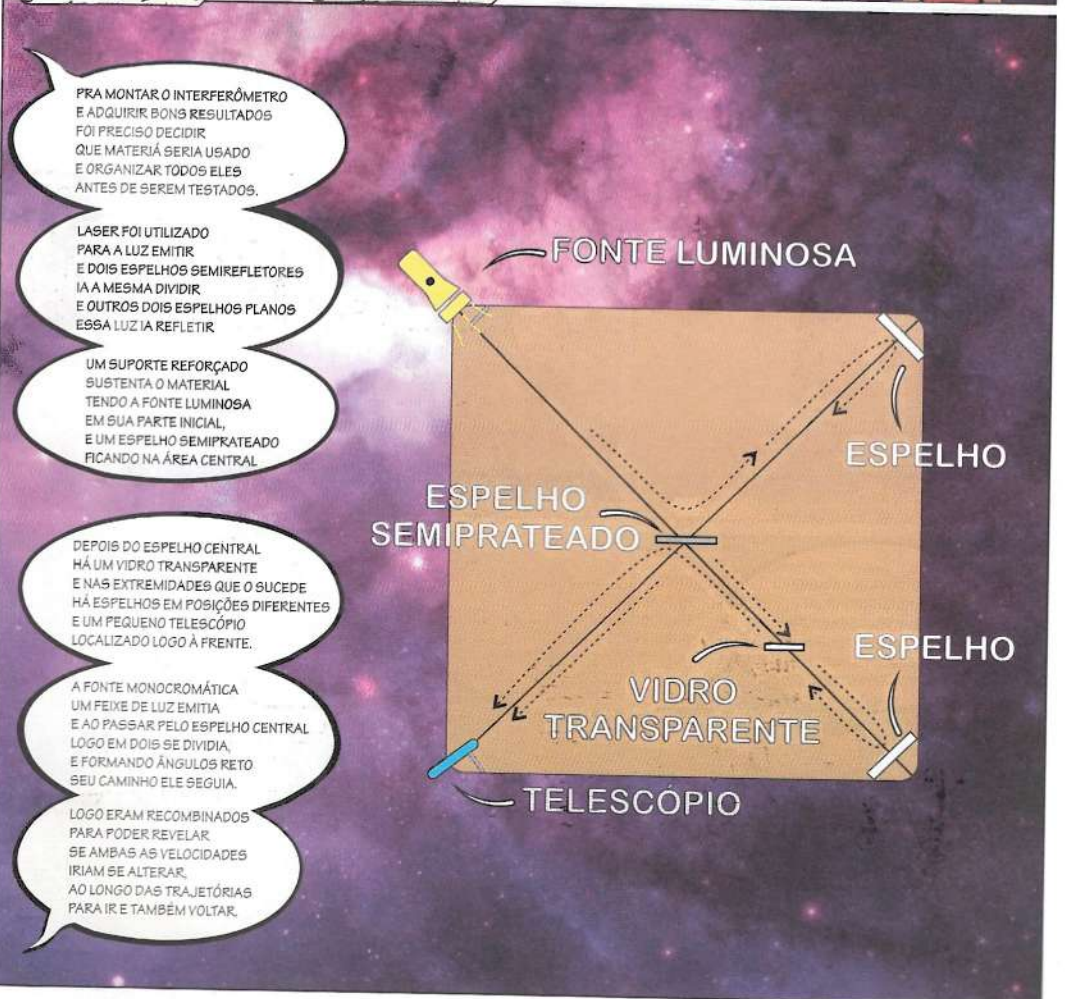


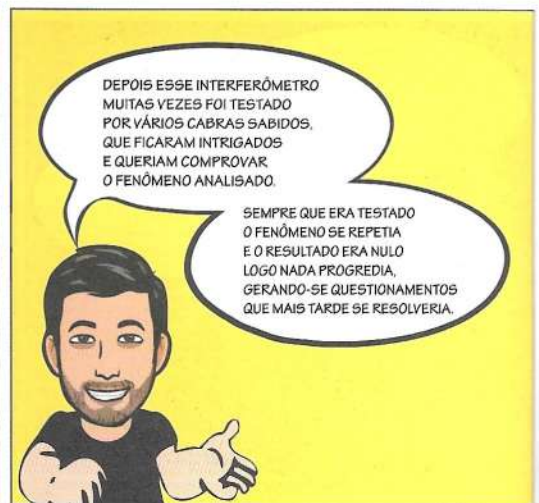


UMA VIAGEM ARRETADA PARA UMA TÁ DE RELATIVIDADE

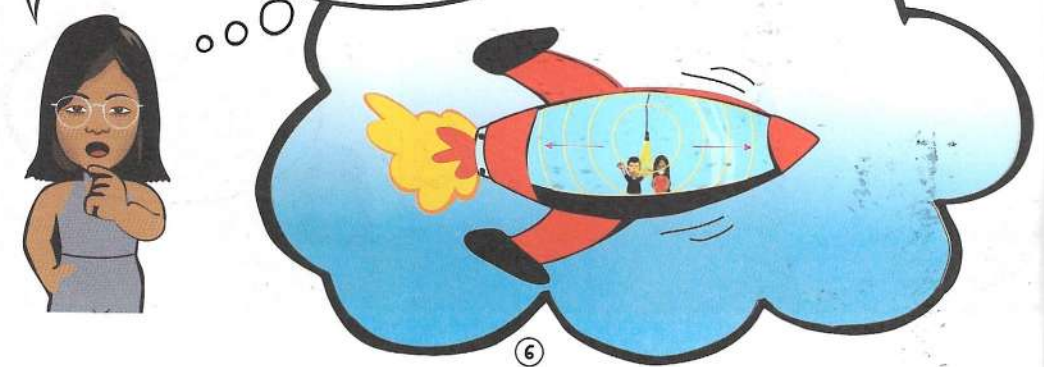
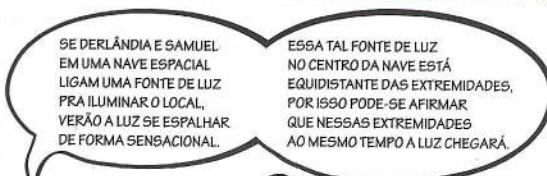
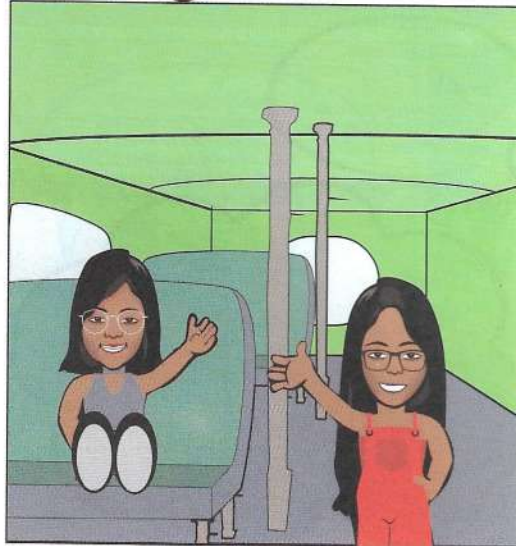














HÁ OUTRO OBSERVADOR, QUE FORA DA NAVE ESTÁ, EM OUTRO SISTEMA DE REFERÊNCIA TAMBÉM A OBSERVAR O EFEITO DA FONTE DE LUZ QUANDO ELA SE PROPAGAR.

PRA ESSE OBSERVADOR NÃO HÁ SIMULTANEIDADE, POIS VERÁ QUE A CHEGADA DA LUZ NAS DUAS EXTREMIDADES SE DÁ DE FORMA DIFERENTE DEVIDO A VELOCIDADE.



CONFORME A NAVE SE MOVE QUANDO A FONTE DE LUZ É LIGADA ATÉ A TRASEIRA DO COMPARTIMENTO A LUZ SERÁ DESLOCADA, SENDO QUE ISSO OCORRE DE UMA FORMA LIMITADA.

COMO A NAVE REALIZA UM MOVIMENTO HORIZONTAL, A LUZ CHEGARÁ PRIMEIRO NO REFERIDO LOCAL ANTES QUE SE DESLOQUE ATÉ A EXTREMIDADE FRONTAL.



A VIAGEM FOI TÃO RÁPIDA QUE NEM PUDE PERCEBER QUE JÁ ESTOU PERTO DE CASA E PRÓXIMA ESTAÇÃO VOU DESCER. DERLANDIA SÓ VOLTARÁ DEPOIS QUE ELA COMER.

ENQUANTO ISSO, DERLANDIA SEGUE PARA ENCONTRAR SAMUEL

ALGUNS MINUTOS DEPOIS...



É TÃO LEGAL ENTENDER OS FENÔMENOS DESSA TEORIA; SABER QUE TEMPO É RELATIVO, E O ESPAÇO TAMBÉM VARIA, VOU CONTAR PRA SAMUEL AO CHEGAR NA TAPIOCARIA.



EITA, SAMUEL JÁ CHEGOU CONSIGO VE-LO SENTADO SERÁ QUE EU DEMOREI? E QUE ELE FICOU ZANGADO? É MELHOR EU IR LOGO, ANTES QUE FIQUE IRRITADO.



ESSA IDEIA DE ESPAÇO E TEMPO
NÓS IREMOS EXPLORAR
COMEÇANDO PELO ESPAÇO
QUE É ONDE A GENTE TÁ,
E O TEMPO VEM SEGUIDA
À IDEIA COMPLEMENTAR.

O ESPAÇO NO QUAL VIVEMOS
POSSUI TRÊS DIMENSÕES,
O QUE NOS POSSIBILITA
EXPLICAR AS POSIÇÕES
DE QUALQUER COISA QUE SEJA
USANDO NUMERAÇÕES.

SE DERLÂNDIA ESTIVER NO VÉRTICE
DESSA SALA RETANGULAR
E A POSIÇÃO DE UM PONTO DAQUI
QUISERMOS ESPECIFICAR,
PRECISAREMOS DE TRÊS NÚMEROS
PRA MIÓR DESENROLAR.

ESSES TRÊS NÚMEROS FAZEM PARTE
DO EIXO DAS COORDENADAS
DE UM SISTEMA DE REFERÊNCIA
ONDE DERLÂNDIA TÁ PARADA,
NOS PERMITINDO OLÁ
COMO ESTÁ DIRECIONADA.

CADA NÚMERO É UMA LINHA
QUE A METRAGEM VAI DETERMINAR
ONDE A BASE DA PAREDE
E DO PISO VÃO SE ENCONTRAR,
FORMANDO UM PLANO EUCLIDIANO
COMO VAMOS ILUSTRAR.

CHAMAMOS DE EIXO X
EIXO Y E EIXO Z
CADA ENCONTRO DISTINTO
QUE ESSAS LINHAS VÃO FAZER,
E ASSIM QUALQUER POSIÇÃO DE UM PONTO
PODEREMOS DESCREVER.

NÃO PODEMOS FALAR DO ESPAÇO
SEM QUE O TEMPO SEJA ENVOLVIDO,
POIS PRA PODER UM OBJETO
NO ESPAÇO SER INSERIDO
EM UM DADO INSTANTE DE TEMPO
ISSO DEVE TER OCORRIDO.

POR ISSO DIZ-SE QUE O TEMPO
É A QUARTA DIMENSÃO
JÁ QUE AS ANTERIORES
SÓ FAZEM A DESCRIÇÃO
NUM DETERMINADO PERÍODO DE TEMPO
PRA EXPLICAR A POSIÇÃO.

ALBERT EINSTEIN EXPLICOU,
POR MEIO DE ESTUDO E PESQUISA,
DE FORMA BASTANTE CLARA
UMA IDEIA MUITO CONCISA
É NO CHAMADO ESPAÇO-TEMPO
QUE TUDO SE REALIZA.



A CONVERSA TÁ MUITO BOA, MAS VAMOS LOGO CUMÉ JÁ CHEGOU A TAPIOCA QUE EU PEDI PRA OCÊ DEPOIS NÓS VAMOS EMBORA LOGO VAI ANOITECER.



VOU PEGAR O MEU JUMENTO E EM CASA VOU TE DEIXAR VOU LEVAR O GUARDANAPO PRA GENTE CONTINUAR, E CHAMAMOS SUA IRMÃ PRA COM A GENTE CONVERSAR.

MAIS TARDE NA CASA DE DERLANDIA...



OLHA SÓ QUEM JÁ CHEGOU E COM MUITA EMPOLGAÇÃO DERLANDIA E SAMUEL QUE TRAZ UM PAPEL NA MÃO PRA ELES TEREM TRAZIDO DEVE SER UMA EQUAÇÃO.



JÁ GOSTEI DO ASSUNTO COM CERTEZA VOU QUERER SÓ FÁ DESSA TEORIA E MUITO MAIS QUERO APENDER DEIXA EU VER ESSE PAPEL QUE TÁ AÍ COM VOCÊ.

QUE BOM QUE TU TÁ EM CASA PODERÁ NOS AJUDAR SOBRE RELATIVIDADE A GENTE TAVA A PROSEAR, E ACHAMOS QUE DA CONVERSA VAI QUERER PARTICIPAR.



UNS CONCEITOS IMPORTANTES EU TAVA TENTANDO EXPLICAR E PEGUEI ESSE GUARDANAPO ACHEI QUE IA AJUDAR, POIS TUDO QUE EU EXPLICAVA USAVA ELE PRA ILUSTRAR.

PROSEAMOS SOBRE A VIAGEM QUE DERLANDIA FEZ DE TRÊM E SOBRE O ESPAÇO E O TEMPO QUE TÃO ENVOLVIDOS TAMBÉM, MAS SABEMOS QUE A RELATIVIDADE VAI MUITO MAIS ALÉM.



O TEMPO E TAMBÉM O ESPAÇO SÃO MUITO FUNDAMENTAL PRA GENTE ENTENDER MELHOR A DILATAÇÃO TEMPORAL, A QUAL GERALMENTE OCORRE EM VIAGEM ESPACIAL.

É UM CONCEITO IMPORTANTE PRECISAMOS ENTENDER, POIS TEM A VER COM A VIAGEM QUE DERLANDIA VAI FAZER FIQUEI SABENDO QUE O ESPAÇO ELA DEBEJA CONHECER.

POIS PRONTO, VAI SER O ASSUNTO SOBRE O QUAL VAMOS FALAR E TUDO RELACIONADO A ELE NÓS IREMOS EXPLORAR. VAMOS VER ALGUNS CASOS QUE AQUI VÃO SE ENCAIXAR.

VAMOS FAZER UMA ANÁLISE DA CENA QUE EU VOU DESCREVER ONDE TU E SAMUEL ESTARÃO A PERCORRER UMA PARTE DO ESPAÇO PRA MIÓ O CONHECE.



TANTO TU QUANTO ELE TÃO NO MESMO LUGAR UM DO LADO DO OUTRO SEM NINGUÉM MOVIMENTAR, ENTÃO A MESMA REGIÃO DO ESPAÇO-TEMPO VOCÊS TÃO A COMPARTILHAR.



SE TIVER MOVIMENTO RELATIVO ENTRE VOCÊS EM ALGUM MOMENTO, JÁ NÃO MAIS CONCORDARÃO EM SUAS MEDIÇÕES DE ESPAÇO E TEMPO MAS ISSO SÓ VAI OCORRER SE HOUVER ESSE MOVIMENTO.



MAS SERÁ PERCEPTIVEL PRA QUALQUER VELOCIDADE? POR EXEMPLO EM UM SIMPLES PASSEIO DE CARRO PELA CIDADE, OU ISSO SÓ VAI OCORRER SE FOR GRANDE A AGILIDADE?

PRA VALORES COMUNS DE VELOCIDADE NÃO TEM COMO CONSTATAR A DIFERENÇA ENTRE ESSAS MEDIDAS QUE ACABEI DE MENCIONAR, MAS SE A VELOCIDADE FOR PRÓXIMA À DA LUZ CONSEGUE-SE VISUALIZAR.



CADA UM DE VOCÊS SE ENCONTRA EM UMA REGIÃO E SEU ESPAÇO E TEMPO TEM UMA CERTA MEDIÇÃO OS VALORES SÃO DIFERENTES, APESAR DE SER A MESMA OBSERVAÇÃO.

E TENDO OUTRO OBSERVADOR, NO ENTANTO EM OUTRO LUGAR DESSE ESPAÇO-TEMPO ELE TAMBÉM NOTARÁ QUE AS MEDIDAS DE TEMPO E ESPAÇO UM OUTRO VALOR TERÁ.



MAS NÃO É AO ACASO QUE OCORRE DIFERENÇA NA MEDIÇÃO, POIS CADA OBSERVADOR MEDIRÁ SEMPRE A MESMA RAZÃO QUE O TEMPO PARA A LUZ E O ESPAÇO TERÃO.

QUANTO MAIOR A MEDIDA DA DISTÂNCIA ESPACIAL O INTERVALO DE TEMPO MEDIDO TEM UM MAIOR VALOR TOTAL, COMO EINSTEIN OBSERVOU. ESSE CARA É GENIAL!

$\frac{\text{espaço}}{\text{tempo}} = \frac{\text{ESPAÇO}}{\text{TEMPO}} = c$



OUTRO FATO CURIOSO QUE EU JÁ OUVI FALAR É A IDEIA DE QUE O TEMPO É POSSÍVEL ALONGAR TAL QUAL UM FIO ELÁSTICO QUE SE PODE ESTICAR.

JÁ IA TOCAR NESSE ASSUNTO MAS PODE SEGUIR EM FRENTE JÁ QUE VOCÊ COMEÇOU EXPLIQUE MELHOR PRA GENTE ESSA TAL DILATAÇÃO É ALGO BEM DIFERENTE.



IMAGINE UMA CERTA PESSOA QUE SE ENCONTRA OBSERVANDO ALGUM FLASH LUMINOSO QUE TÁ RICOCHETEANDO, E ENTRE ESPELHOS PARALELOS FICA INDO E VOLTANDO.



Labels: Espelho, Luz, Espelho

TAL QUAL UMA CERTA BOLA QUE ESTÁ A RICOCHETEAR REPETIDAMENTE NO TETO E NO PISO PARA CÁ E PARA LÁ, E QUE LEVA O MESMO INTERVALO DE TEMPO PARA IR E TAMBÉM PRA VOLTAR.



COMO A DISTÂNCIA ENTRE OS ESPELHOS TÁ EXTREMAMENTE FIXADA, ENTÃO UM RELÓGIO DE LUZ VEREMOS NA SITUAÇÃO ANALISADA QUE PERMANECERÁ CONSTANTE SEM JAMAIS SER ALTERADA.

SUPONHA QUE ESTE RELÓGIO DE LUZ TÁ NA NAVE ESPACIAL, SENDO ELA TRANSPARENTE COM VELOCIDADE TOTAL LEVANDO O OBSERVADOR E O RELÓGIO EM SUA PARTE CENTRAL.



ENTÃO ESTE OBSERVADOR, NADA DEIXA DESPERCEBIDO, OLHA O MOVIMENTO DO FLASH QUE TÁ SENDO REFLETIDO VÊ TUDO DA MESMA FORMA COMO SE A NAVE NÃO TIVESSE SAÍDO.

ESTE OBSERVADOR NÃO NOTA NADA FORA DO NORMAL, POR QUE ELE ESTÁ SE MOVENDO COM A NAVE ESPACIAL E NÃO HÁ MOVIMENTO RELATIVO PRESENTE NESTE LOCAL.





UM OUTRO OBSERVADOR SOBRE O SÓLO ESTÁ EM PÉ OUVI O ZUNIDO DA NAVE E CORRE PARA VER O QUE É, ANALISA ATENTAMENTE ENQUANTO TOMA SEU CAFÉ

A NAVE PASSA LIGEIRO MAL DÁ PRA PERCEBER, POIS NA METADE DA RAPIDEZ DA LUZ ELA ESTÁ A PERCORRER, ENTÃO DE UMA FORMA DIFERENTE ESSES OBSERVADORES IRÃO VER.

PRA QUEM TÁ DENTRO DA NAVE O MOVIMENTO NÃO VAI MUDAR, POIS SÓ PARA CIMA E PRA BAIXO ESTE FLASH SE MOVERÁ ENQUANTO PRA QUEM TÁ FORA A VISÃO VAI SE ALTERAR.

QUEM TÁ FORA VERÁ O FLASH SE MOVER NA VERTICAL, ENTRE OS ESPELHOS FIXADOS, E TAMBÉM NA HORIZONTAL E PRA ELE O FLASH SEGUIRÁ UM CAMINHO DIAGONAL.

SE FORMOS ANALISAR A SITUAÇÃO DESCRITA, VEREMOS QUE HÁ DIFERENÇA NA DISTÂNCIA PERCORRIDA PELO FLASH ENTRE OS ESPELHOS NA VOLTA E TAMBÉM NA IDA.

NO ENTANTO ESSA DIFERENÇA SE DARÁ EM DECORRÊNCIA DE QUE OS DOIS OBSERVADORES DIFERE NOS SISTEMAS DE REFERÊNCIAS, E PARA ELES ESTE FENÔMENO NÃO TEM A MESMA APARÊNCIA.

PRA QUEM TÁ DENTRO DA NAVE A DISTÂNCIA É MENOR JÁ QUE PRA ELE O FLASH FAZ UM MOVIMENTO SÓ, MAS QUEM TÁ VENDO DE FORA A LONJURA É BEM MAIOR.


A VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DA LUZ CONSTANTE SEMPRE SERÁ EM RELAÇÃO A TODO SISTEMA DE REFERÊNCIA QUE FORMOS CONSIDERAR, MAS EM ALGUMAS SITUAÇÕES O PASSADO TEMPO PODE SE DIFERENCIAR.

NO CASO QUE FOI DESCRITO É VÁLIDO AFIRMAR QUE PRA QUEM TÁ DENTRO DA NAVE O FLASH SE MOVE MAIS DEVAGAR, DO QUE PARA O OBSERVADOR QUE FORA DA NAVE ESTÁ.

ANALISANDO A DIAGONAL SUA DISTÂNCIA É SUPERIOR E DEVE SER DIVIDIDA POR UM TEMPO DE MAIOR VALOR RESULTANDO NUM VALOR INVARIANTE QUE É O DA LUZ, MEU SINHO.



ISSO TUDO ACONTECE PORQUE ENTRE A DILATAÇÃO E O MECANISMO DO RELÓGIO NÃO HÁ ALGUMA RELAÇÃO, MAS COM A NATUREZA DO TEMPO COMO MOSTRA A EQUAÇÃO.


$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

MAS NÃO HÁ COM O RELÓGIO NADA FORA DO NORMAL. ELE SÓ MARCA O RITMO DO TEMPO DE UMA FORMA DESIGUAL, SENDO QUE ESSA DIFERENÇA DEPENDE DO REFERENCIAL.

QUANTO MAIS RÁPIDO UM RELÓGIO ESTIVER A SE MOVIMENTAR, PARECE QUE SEU FUNCIONAMENTO OCORRE MAIS DEVAGAR, QUANDO VISTO PELO OBSERVADOR QUE SEPARADO DELE TÁ.

SE DESSE PARA FAZER ELE PASSAR AQUI VOANDO NA VELOCIDADE DA LUZ E TIVÉSSEMOS OBSERVANDO, PARA NÓS ESSE RELÓGIO PARECERIA NÃO ESTÁ PRESTANDO.

AO FINAL DESSE OCORRIDO A GENTE MEDIRIA O INTERVALO ENTRE SEUS TIGUES QUE INFINITO SERIA, LOGO O REFERIDO RELÓGIO IMUTÁVEL APARENTARIA.

HÁ SOMENTE UMA COISA QUE NA VELOCIDADE DA LUZ PODE SE MOVER. ESSA COISA É A PRÓPRIA LUZ. POR ISSO EU DIGO PRA VOCÊ, QUE SERIA MUITO DIFÍCIL VER UM FÓTON ENVELHECER.

É UMA IDEIA INSTIGANTE ME DEIXOU ENCABULADO EU TENHO UMA CERTA DÚVIDA SOBRE O QUE FOI AFIRMADO; SERÁ QUE EM ALGUM MOMENTO ISSO JÁ FOI COMPROVADO?

PÊM, A DILATAÇÃO TEMPORAL COM ÊXITO FOI CONFIRMADA DEPOIS QUE EM LABORATÓRIOS MUITAS VEZES FOI TESTADA ACELERANDO PARTÍCULAS, E ATÉ HOJE É ACATADA.

A VIDA DESSAS PARTÍCULAS QUE TEM GRANDE AGILIDADE AUMENTA NA MESMA MEDIDA QUE A SUA VELOCIDADE, E A EQUAÇÃO DE EINSTEIN PREVIO O AUMENTO DESSA QUANTIDADE.

NO ANO DE 1971, FOI EXAMINADA ESSA TEORIA COM RELÓGIOS MACROSCÓPICOS DESSES USADOS NO DIA A DIA, PARA SABER SE ESSES CONCEITOS NESSE RELÓGIO SE APLICARIA.

4 RELÓGIOS ATÔMICOS EM AVIÕES FORAM COLOCADOS PRA PERCORREREM O MUNDO E DEPOIS SER VERIFICADO SE O TEMPO NESSES RELÓGIOS HAVIAM SE DIFERENCIADOS.



ASSIM, ESSES AVIÕES DUAS VEZES VIAJARIAM PRIMEIRO NO SENTIDO LESTE E DEPOIS O OPOSTO SEGUIRIAM SE TUDO FOSSE VERDADE, SUAS HORAS SE ALTERARIAM.




AO FINAL DA EXPERIÊNCIA, OS RELÓGIOS FORAM ANALISADOS E HORÁRIOS DIFERENTES NELES ESTAVAM MARCADOS, E ISSO CONFERIU O QUE EINSTEIN ANTES TINHA ESTUDADO.

FOI POR MEIO DESSES PRINCÍPIOS QUE O INACREDITÁVEL APARECE E CRIARAM APLICATIVO O NOSSO FAMOSO GPS, O QUAL, ENTRE OUTRAS FUNÇÕES NOSSA LOCALIZAÇÃO FORNECE.



QUE TAL FAZERMOS UM TESTE E O ESPAÇO IR EXPLORAR? EU VIAJO NA ESPAÇO NAVE E VOCÊS FICAM A ME ESPERAR, MESMO COM TANTA LONJURA A GENTE FICAR A SE COMUNICAR.

ENTÃO AMANHÃ CEDO EU APAREÇO POR AQUI E TE LEVAMOS "ATÉ A BASE" PRA SUA VIAGEM SEGUIR. PRECISAMOS DESCANSAR, ACHO QUE AGORA VOU IR.



DERLÂNDIA MUITO CURIOSA QUIS O UNIVERSO EXPLORAR E JUH SUA IRMÃ GÊMEA NA TERRA QUIS FICAR, ENQUANTO EM SUA ESPAÇONAVE DERLÂNDIA SEGUIRÁ.



MAS NÃO É QUALQUER VIAGEM QUE ELA IRÁ FAZER. TODO ESPAÇO SIDERAL ELA PRETENDE CONHECER, E NA VELOCIDADE DA LUZ ISSO DEVE OCORRER.



NO OUTRO DIA...



O DIA JÁ CLAREOU
 PRECISAMOS LEVANTAR
 TEMOS QUE IR PARA BASE
 SAMUEL JÁ DEVE TÁ LÁ
 VAMOS TOMAR CAFÉ
 PRECISAMOS SE ALIMENTAR.

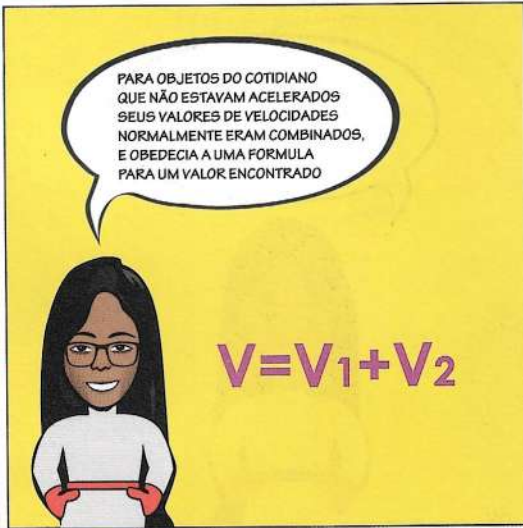


VOU PEGAR O MATERIAL
 PRA GENTE IR SE FALANDO
 DURANTE TODO ESSE TEMPO
 QUE TU TIVER VIAJANDO
 COM CERTEZA QUERES COMIDA
 PODE IR LOGO AJEITANDO.

A CAMINHO DA BASE...



UM FATO INTERESSANTE
 QUE NÓS DEVEMOS DESTACAR,
 É QUE A VELOCIDADE NA FÍSICA CLÁSSICA
 ELA PODE SE ALTERAR,
 JÁ A VELOCIDADE DA LUZ,
 SEMPRE CONSTANTE VAI ATUAR.



PARA OBJETOS DO COTIDIANO
 QUE NÃO ESTAVAM ACELERADOS
 SEUS VALORES DE VELOCIDADES
 NORMALMENTE ERAM COMBINADOS,
 E OBEDECIA A UMA FÓRMULA
 PARA UM VALOR ENCONTRADO

$$V = V_1 + V_2$$



COMO OCORRERIA ESSA SOMA?
 PODERIA ME FALAR?
 OS SISTEMAS DE REFERÊNCIAS
 PODERIA CONSIDERAR
 POR FAVOR, CITE UM EXEMPLO
 PRA GENTE ASSOCIAR!

SE UM CERTO MOVIMENTO
 FOSSE REALIZADO
 POR DIFERENTE SISTEMA DE REFERENCIA
 TIVESSE SENDO OBSERVADO,
 O MOVIMENTO RELATIVO ENTRE ELAS
 NÃO ERA CONSIDERADO.



POR ACASO SE EU TIVESSE
 NUM ÔNIBUS ESPACIAL
 E ARREMESSASSE DOIS OBJETOS
 DO CENTRO DESSE LOCAL,
 EM AMBAS AS EXTREMIDADES
 ELAS CHEGARIAM NUM TEMPO IGUAL.



ESSE MESMO MOVIMENTO
TU ESTÁ OBSERVANDO
DO OUTRO SISTEMA DE REFERÊNCIA
E TUDO TÁ ANOTANDO,
ENQUANTO O ÔNIBUS AVANÇA
PRO PERCURSO SE DESLOCANDO.

A VELOCIDADE DESSES OBJETOS
QUE FORAM ARREMESSADOS
COM A VELOCIDADE DO ÔNIBUS
DEVE SER ADICIONADA
POR MEIO DE UMA SOMA NORMAL
CUJA FÓRMULA FOI MENCIONADA



JÁ QUE O SEU MOVIMENTO
NÃO TÁ SENDO CONSIDERADO
DA MESMA FORMA QUE EU
TU VAI TER OBSERVADO
QUE CHEGARÁ AO MESMO TEMPO
OS OBJETOS LANÇADOS.



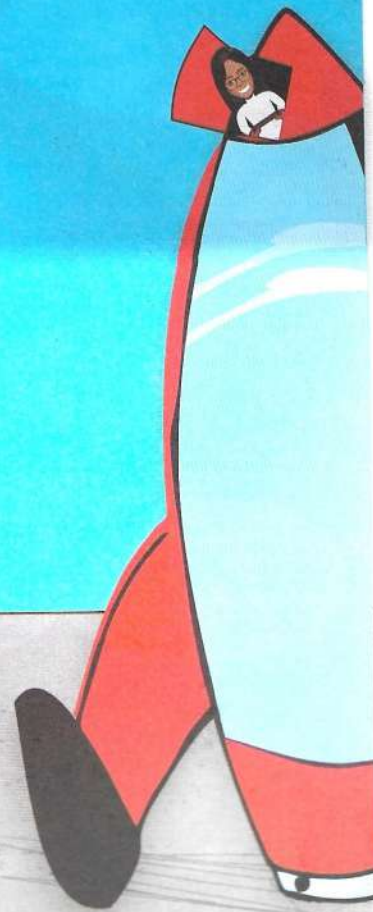
MAS PARA A RELATIVIDADE
ISSO NÃO OCORRERÁ
POIS TODAS AS VELOCIDADES
DEVE-SE CONSIDERAR
INDEPENDENTE DO SISTEMA DE REFERÊNCIA
QUE O OBSERVADOR ESTÁ

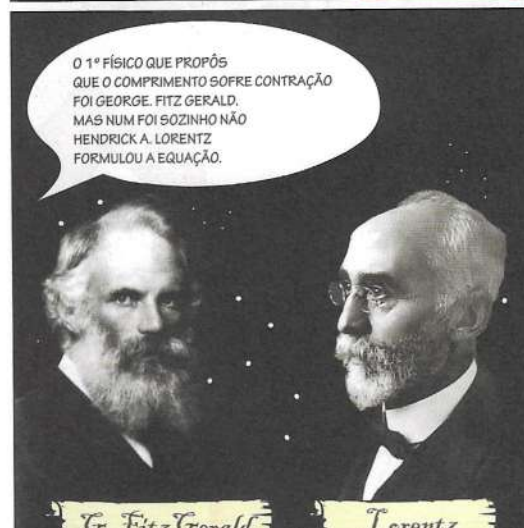
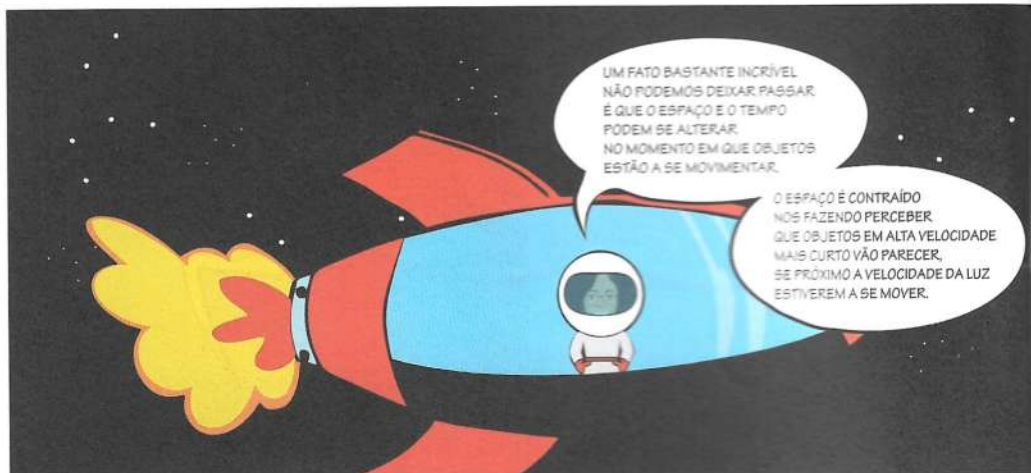


POIS PRA SIMULTANEIDADE
OCORRER EM UMA SITUAÇÃO
DEPENDE DO MOVIMENTO
DE QUEM FAZ A OBSERVAÇÃO
O QUE MUITO INFLUENCIA
PRA REFERIDA ADIÇÃO



E NUM É QUE SAMUEL
COM SEU JUMENTO TEIMOSO
JÁ ESTÁ NOS AGUARDANDO
PRA ESSE EVENTO CABULOSO
TOMARA QUE DÊ TUDO CERTO
PRA GENTE REALIZAR DE NOVO.

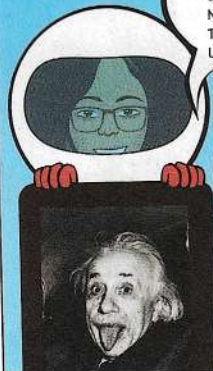




ENQUANTO ISSO NA TERRA...



DE VOLTA A NAVE...



OUTRO CONCEITO IMPORTANTE TAMBÉM FOI REFORMULADO O CONCEITO DE MOMENTUM NA FÍSICA CLÁSSICA ESTUDADO, TEVE POR ALBERT EINSTEIN UM FATOR ACRESCENTADO.

A VARIÇÃO DO MOMENTUM DE UM OBJETO DETERMINADO É IGUAL AO IMPULSO QUE A ELE FOR APLICADO. ISAAC NEWTON DIZIA QUE O MOMENTUM ERA ILIMITADO.



MAS EINSTEIN NÃO CONCORDOU COM ESSA AFIRMAÇÃO MOSTROU QUE ERA NECESSÁRIA UMA NOVA DEFINIÇÃO, E ACRESCENTOU O FATOR DE LORENTZ FAZENDO UMA GENERALIZAÇÃO.

$$p = \gamma mv$$



ESSA GENERALIZAÇÃO DO MOMENTUM SEMPRE IRÁ VALER PRA TODO SISTEMA DE REFERENCIA QUE ESTIVER A SE MOVER, COM O MOVIMENTO UNIFORME ELA ESTEJA A PERCORRER.

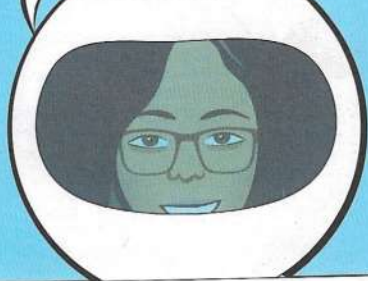
O MOMENTUM RELATIVÍSTICO TERÁ UM MAIOR VALOR COM RELAÇÃO A MV POR CAUSA DO NOVO FATOR CONHECIDO COMO GAMA (γ) QUE EINSTEIN ACRESCENTOU.



CADA UNIDADES CASOS TEM A SUA AGRUPADE PORTANTO A DEFINIÇÃO DE NEWTON NÃO PERDEU A VALIDADE, POIS AINDA É UTILIZADA PARA BADA VELOCIDADE

EM VALORES MAIORES O GAMA AUMENTARA E COM O MOMENTUM RELATIVÍSTICO O MESMO ACONTECERÁ SE A RAPIDEZ SE APROXIMÁ DE C O INFINITO GAMA TENDERÁ!

NÃO IMPORTA O QUÃO PRÓXIMO DE C A RAPIDEZ DO OBJETO ESTÁ DE UM IMPULSO DE VALOR INFINITO ELE AINDA PRECISARÁ, POIS ASSIM SUA RAPIDEZ ATÉ C AUMENTARÁ.



NO ENTANTO A ESSE VALOR É IMPOSSÍVEL CHEGAR, NENHUM CORPO DOTADO DE MASSA NÃO SE PODE IMPULSIONAR ATÉ A RAPIDEZ DA LUZ OU ELA ULTRAPASSAR.



DE VOLTA A TERRA...

EINSTEIN CONTINUOU COM SUA OBSERVAÇÃO E VIU QUE ENTRE MASSA E ENERGIA EXISTE UMA LIGAÇÃO ASSIM COMO O TEMPO E ESPAÇO POSSUEM UMA RELAÇÃO.

UM PEDAÇO DE MATÉRIA MESMO QUE ESTEJA PARADA E QUE COM O MEIO EXTERNO NÃO ESTEJA RELACIONADA, DE ENERGIA DE EXISTÊNCIA ELA VAI ESTÁ CARREGADA.

ENERGIA DE REPOUSO É O TERMO QUE FOI DADO PELO GÊNIO ALBERT EINSTEIN AO FENÔMENO MENCIONADO, ONDE UM CORPO TEM ENERGIA MESMO ESTANDO PARADO.

QUANTO MAIS ANALISAVA MAIS EINSTEIN CONCLUÍA QUE SÓ HAVERIA MASSA SE TIVESSE ENERGIA, QUE QUANDO ERA LIBERADA A MASSA DESAPARECERIA.

A QUANTIDADE DE ENERGIA COM A MASSA ESTÁ RELACIONADA CONFORME A FAMOSA EQUAÇÃO QUE POR EINSTEIN FOI FORMULADA EM MEADOS DO SÉCULO XX E ATÉ HOJE É UTILIZADA.

$$E = mc^2$$

MAS DE QUE FORMA OCORRE ESSA TAL DE RELAÇÃO? E O QUE SIGNIFICA OS TERMOS DESSA EQUAÇÃO? ACHEI MUITO INTERESSANTE MAS É MUITA INFORMAÇÃO.



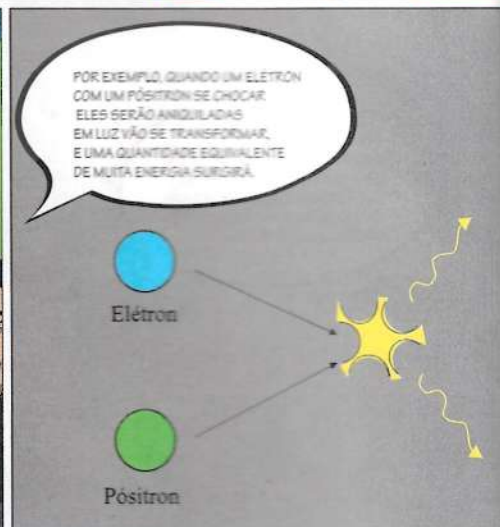
O E É A ENERGIA QUE NO CORPO VAI EXISTIR, E O M É A QUANTIDADE DE MASSA QUE ESSE CORPO VAI POSSUIR, JÁ O C É A VELOCIDADE DA LUZ QUE NÃO SE PODE Atingir.

E POR FIM, O TERMO c^2 É O FATOR DE CONVERSÃO ENTRE MASSA E ENERGIA QUE COMPLETA A RELAÇÃO, E AUMENTA A QUANTIDADE DE ENERGIA NUMA IMENSA PROPORÇÃO.

A FÍSICA CLÁSSICA DEFENDIA QUE A MASSA PODERIA SER ALTERADA, NO ENTANTO ERA IMPOSSÍVEL QUE ELA FOSSE CRIADA OU QUE EM ENERGIA ELA FOSSE TRANSFORMADA.

ASSIM COMO A MASSA A ENERGIA ERA CONSERVADA E MESMO SE TRANSFORMANDO A QUANTIDADE NÃO ERA ALTERADA, CONTUDO ESSA IDEIA POR EINSTEIN FOI REFUTADA.



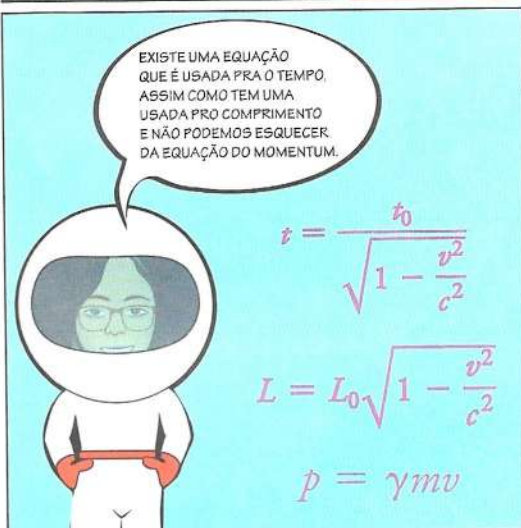


E DERLANDIA CONTINUA A FALAR SOZINHA...



O PRINCÍPIO DA CORRESPONDÊNCIA QUE VAMOS AGORA EXPLICAR DIZ QUE QUALQUER TEORIA NOVA COM A ANTIGA DEVE CONCORDAR, E MELHORES RESULTADOS ESTA DEVE APRESENTAR.

SE AS EQUAÇÕES DA RELATIVIDADE QUE AQUI FORAM MENCIONADAS COM AS DA MECÂNICA CLÁSSICA DEVE SER ANALISADA, POIS DEPENDENDO DA VELOCIDADE UMA OU OUTRA É USADA.



EXISTE UMA EQUAÇÃO QUE É USADA PRA O TEMPO, ASSIM COMO TEM UMA USADA PRO COMPRIMENTO E NÃO PODEMOS ESQUECER DA EQUAÇÃO DO MOMENTUM.

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$
$$p = \gamma mv$$



PARA AS VELOCIDADES DO NOSSO DIA A DIA O COMPRIMENTO E O TEMPO SÃO GRANDEZAS QUE NÃO VARIAM, ASSIM COMO O MOMENTUM É UM FENÔMENO BIZARRO, DIRIA!

É VÁLIDO AFIRMAR QUE AS EQUAÇÕES DA RELATIVIDADE SERÃO VÁLIDAS PARA TODOS OS VALORES DA VELOCIDADE, SÓ DIFEREM DAS EQUAÇÕES CLÁSSICAS POR UMA PARTICULARIDADE.

MUITO, MUITO, MUITO, MUITO TEMPO DEPOIS DA VIAGEM DE DERLANDIA



BOM DIA, MINHA AMIGA JUH! AINDA BEM QUE TU JÁ ACORDÔ TEMOS QUE IR LOGO PRA BASE ACHO QUE TUA IRMÃ JÁ CHEGÔ ESTOU COM MUITA SAUDADE MUITO TEMPO SE PASSOU.

É VERDADE SAMUEL E É MELHOR EU ME APRESSAR ESTOU BASTANTE ANSIOSA MAL POSSO VÊ-LA CHEGAR, VOCÊ TROUXE SEU TRANSPORTE PRA UMA CARONA ME DÁ?



EU NUNCA SAIO SEM ELE E O DEIXEI ALI FORA VAI SER ATÉ MELHOR CHEGAREMOS NA MESMA HORA YOU TE AGUARDAR NO ALPENDRE PRA GENTE IR LOGO EMBORA.

DE VOLTA A BASE...

ATÉ QUE ENFIM JÁ CHEGARAM
PENSEI QUE NÃO IAM LEMBRAR
QUE HOJE SERIA O DIA
EM QUE EU IRIA CHEGAR.
ESTAVA COM MUITA SAUDADE
TEMOS MUITO PRA CONVERSAR

MAS ANTES QUEREMOS SABER
O QUE FOI QUE ACONTECEU
POIS MUITO TEMPO SE PASSOU
E TU NADA ENVELHECEU,
APESAR DA MESMA IDADE
ESTÁ MAIS NOVA DO QUE EU.

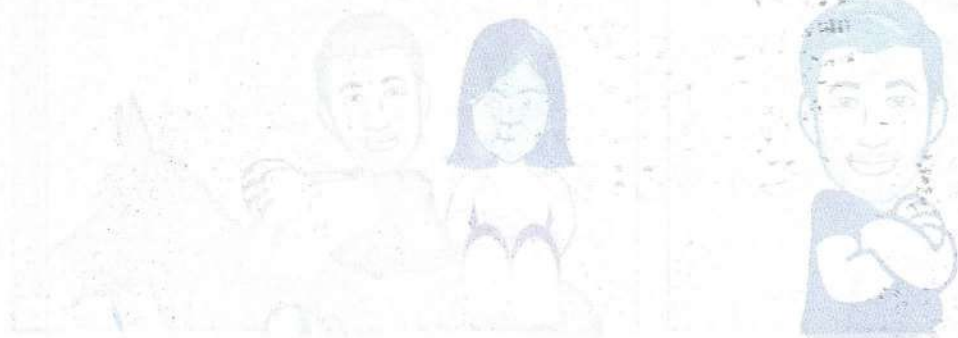
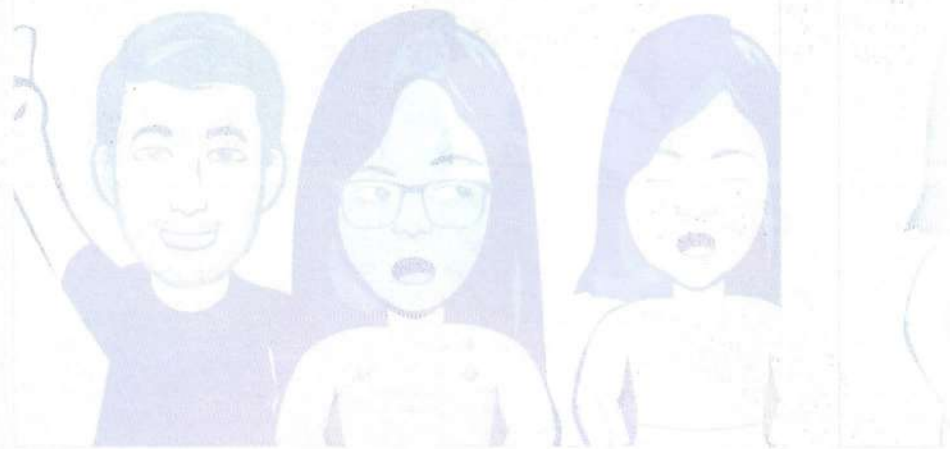
LIGEIRO QUE NEM A LUZ
EU HAVIA VIAJADO
ENTÃO O TEMPO FICOU
DEVAGAR QUASE PARADO
NO ENTANTO PRA VOCÊS
ELE NÃO FOI ALTERADO.

SE FORMOS ANALISAR
TODIA ESSA SITUAÇÃO
VEREMOS QUE ISSO OCORREU
DEVIDO A DILATAÇÃO,
QUE ACONTECEU COM O TEMPO
CAUSANDO ESSA CONFUSÃO.

POIS EINSTEIN TINHA RAZÃO
SOBRE TUDO QUE AFIRMOU
O ESPAÇO FOI COMPRIMIDO
E O TEMPO SE DILATOU,
TE FAZENDO ENVELHECER
E UM POUCO MAIS NOVA ESTOU.

EU SEMPRE OUVI FALAR
SOBRE RELATIVIDADE
E TAMBÉM DE SUA IMPORTÂNCIA
PARA NOSSA REALIDADE,
MAS SÓ HOJE COM VOCÊS
PUDE ENTENDER DE VERDADE.







POETISA:

MARIA DERLANDIA ARAÚJO JANUÁRIO

POETISA:

JOSEFA JUCILEIDE FELIPE DOS SANTOS



DESENHOS E ARTE FINAL:

KHENNYA MARIA GONÇALVES DE ARAÚJO

ORIENTADOR:

FRANCISCO AUGUSTO SILVA NOBRE




Agradecimentos:

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico FUNCAP, pelo suporte financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

E a Sociedade Brasileira de Física - SBF, por abraçar o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF / PROFISICA.



CORDELTECA de Folhetos Científicos
Poeta Gonçalo Ferreira da Silva
 Departamento de Física
URCA



Universidade Regional
do Cariri - URCA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
Polo 31 - Urca - Juazeiro do Norte - CE

