

4

2019

ESPACIO - TIEMPO

LA CIENCIA, COMO EL TEATRO, REQUIERE
MUCHAS VECES QUE MIREMOS COSAS
FAMILIARES DE MANERA NO FAMILIAR.

ESPACIO - TIEMPO

ES SCENARIO DONDE OCURREN LOS
FENOMENOS DE LA NATURALEZA

NACIMIENTO

DIG BANG

EXPANION A PARTIR DE UN PUNTO Y UN INSTANTE

(DEFINITIVAMENTE NO EXISTIA ESPACIO NI TIEMPO)

UNIVERSO CREADO DE LA NADA
(SIN VIOLAR LEYES FISICAS)

DIG BANG SON HOY ACTUANDO!

LA EXPANION CONTINUA (Y SE ACELERA!)

→ NECESARIO: DISCUTIR EL CONCEPTO
MISMO DE ESPACIO-TIEMPO

BUSCAR LAS IMAGENES BASICAS QUE
TENEMOS DEL ESPACIO Y DEL TIEMPO

COMO LAS INCORPORAMOS?

(MECANISMO DE OBJETIVACION)

- ESPACIO → RELACIONES DE UBICACION
- TIEMPO → RELACIONES DE SECUENCIA

EXPLICAR - COMPRENDER - UNIVEL SAU *OR
(LOS FENOMENOS QUE TENEMOS INTERINDU *ADO)

* A PARTIR DEL DONDE Y EL CUANDO *

ESPACIO-TIEMPO

ESCENARIO DONDE OCURREN LOS
FENOMENOS DE LA NATURALEZA

* COMIENZO SIGLO XX : CAMBIO CONCEPTUAL
REVOLUCIONARIO

— 1919 : EDDINGTON

ESTUDIO DEL CIELO DURANTE EL ECLIPSE SOLAR
DEL 19 DE MAYO

EDDINGTON

(1000 LIBRAS EN 1919!)

VERIFICAR LAS IDEAS DE LA

TEORÍA GENERAL DE LA RELATIVIDAD

(EINSTEIN 1915)

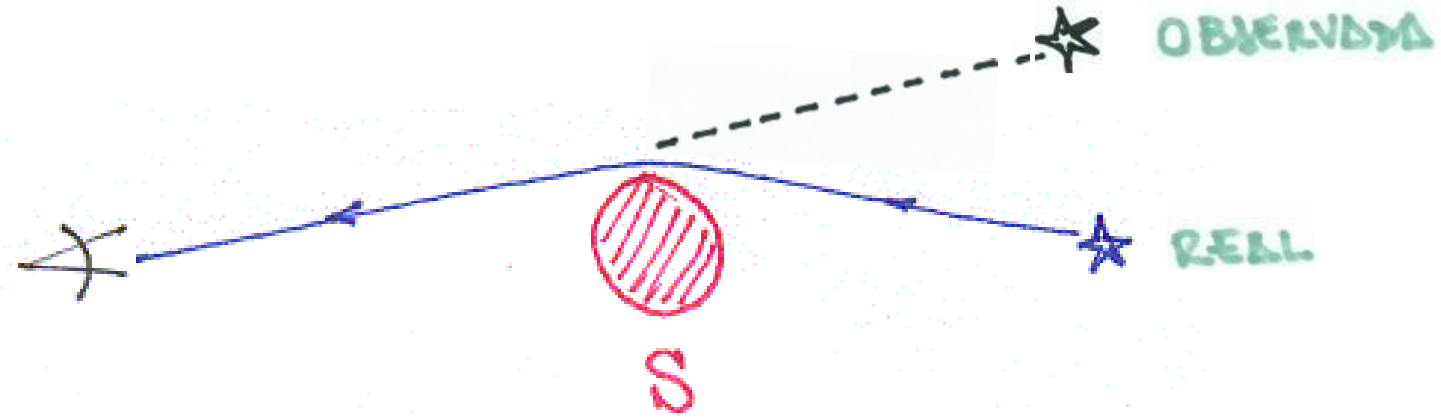
- TOMAR IMÁGENES DEL CIELO DETRAS DEL SOL

- FOTOGRAFIO DESDE 2 PUNTOS (EN ECUADOR)

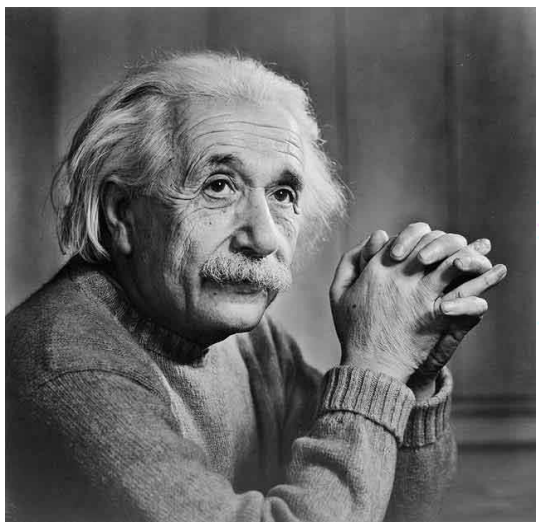
- ILLA DEL PRINCIPLE (AFRICA)

- SOBRAL (BRASIL)

* DEFLEXION DE LA LUZ CERCA DEL SOL *



$E = mc^2$



• RESULTADO: LA TEORIA ES CORRECTA !

RECTA ?

EDDINGTON

- RESULTADO: LA TEORÍA ES CORRECTA!



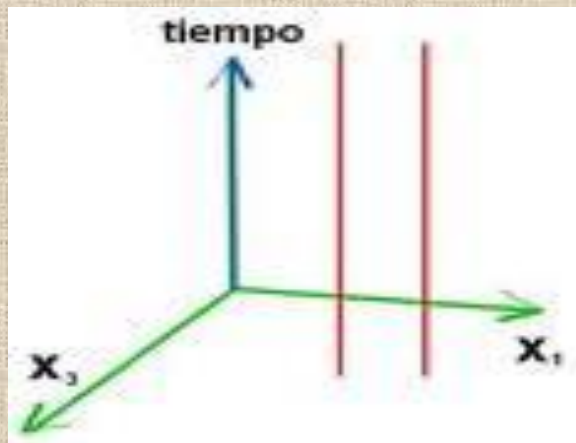
~~NOCION DE TIEMPO ABSOLUTO~~

(VIVIO 5000 AÑOS!)



● ESTUDIAR RELATIVIDAD!

- RELATIVIDAD → ESPACIO Y TIEMPO
NO SON INDEPENDIENTES!



↓
— NUEVA ENTIDAD:
ESPACIO-TIEMPO

- MINKOWSKY (MATEMÁTICO) → GEOMETRÍA DE LA RELATIVIDAD

"A PARTIR DE AHORA EL ESPACIO EN SÍ Y EL TIEMPO EN SÍ SE HUNDEN POR COMPLETO EN LAS SOMBRAS Y SOLO ALGO QUE ES COMO UNA UNIÓN DE AMBOS CON SU PROPIA EXISTENCIA PROPIA"

RELATIVIDAD CONFIRMADA EXPERIMENTALMENTE

- EQUIVALENTE A :
 - DESCUBRIMIENTO DE AMÉRICA
(TIERRA NO PLANA)
 - INTRODUCCIÓN DE LA PERSPECTIVA
:

- ↓
- GRAN IMPACTO EN LA FÍSICA
Y EN LA FILOSOFÍA
Y EN EL ARTE
Y...

PICASSO: "EL GUITARRISTA"



EN LA ARQUITECTURA!!!



UNStudio



**La Salle Art College Singapore
RSP Architects**



* EINSTEIN DIXIT:

" CON LAS IDEAS DE MOVIMIENTO ABSOLUTO
Y DE TIEMPO ABSOLUTO POR SER ERRONEAS "

→ NECESARIO: DISCUTIR EL CONCEPTO
MISMO DE ESPACIO-TIEMPO

BUSCAR LAS IMAGENES BASICAS QUE
TENEMOS DEL ESPACIO Y DEL TIEMPO

COMO LAS INCORPORAMOS?

(MECANISMO DE OBJETIVACION)

- ESPACIO → RELACIONES DE UBICACION
- TIEMPO → RELACIONES DE SECUENCIA

EXPLICAR - COMPRENDER - UNIVEL SABER
(LOS FENOMENOS QUE TENEMOS INTERINALIZADOS)

* A PARTIR DEL DONDE Y EL CUANDO *

ESPAÑO

ESPACIO

[IDEA DE]

(BASE DEL DONDE)

HABLAR DE ESPACIO → ORDEN DE LOS OBJETOS
QUE NOS RODEAN
(DETECTADOS POR LA VISTA O EL TACTO)



- ESPACIO: UN LUGAR DONDE PODEMOS
ORDENAR LOS OBJETOS



HABLA DE ESPACIO → ACEPTA LA IDEA DE
CUERPOS MATERIALES



IDEAS DE CERCA, LEJOS, JUNTO A, ...

— ASÍ NACE LA GEOMETRIA —

(MEDIR LA TIERRA)

LUEGO SE DESPEGA DEL EXPERIMENTO



"CIENCIA LOGICA"



EVOLUCIONO (2000 AÑOS) EN UNA DIRECCION

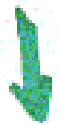
INVOUCADA DE LA MEDIDADA

QUE QUEMADA DESCRIBIR

- ESPACIO: (A PARTIR DE OBJETOS MATEMÁTICOS)

AQUELLO QUE ESTÁ ENTRE LOS CUERPOS
O HAY ALA DE ELLOS

"LLENA" EL LUGAR ENTRE ELLOS)



TENDREMOS A CONCEBER LA EXISTENCIA DEL

PERO NO SE LO PUEDE PERCIBIR DIRECTAMENTE!

ESPACIO \equiv HUECO (ENTRE OBJETOS)

LE DAMOS CONTENIDO OBJETIVO

DE AQUI SURGEN LAS ENTIDADES:

PUNTO RECTA PLANO

- PUNTO: (NO TRIVIAL) LUGAR EN EL ESPACIO QUE NO OCUPA ESPACIO !
- RECTA: (NO TRIVIAL) ASOCIACION INDEFINIDA DE PUNTOS (INCLUYE ∞ !)
- PLANO: IDEM

ABSTRACCIONES

PUNTO RECTA PLANO

* NO INTUITIVAS A PRIORI (DESCONECTADAS DE LA EXPERIENCIA COTIDIANA)

PROPIEDADES DEL ESPACIO:

GEOMETRIA DE EUCLIDES (325 ac - 265 ac)

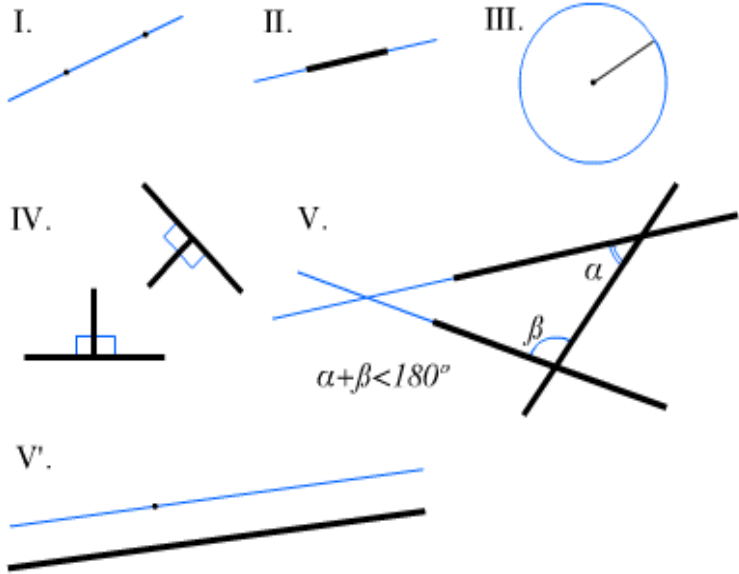
5 AXIOMAS: 1- POR DOS PUNTOS SE PUEDE TRAZAR UNA RECTA

2- UN SEGMENTO PUEDE PROLONGARSE AL INFINITO

3- UN PUNTO Y UNA DISTANCIA DETERMINAN UN CIRCULO

4- TODOS LOS ANGULOS RECTOS SON IGUALES

5- POR UN PUNTO EXTERIOR A UNA RECTA SE PUEDE TRAZAR UNA Y SOLO UNA PARALELA



- 4 PRIMEROS BASTANTE EVIDENTES
- 5º (REDACTADO ALGO DIFERENTE) → ESTRECHAZ! (NO LO CONVENCIA NI A EUCLIDES)

LAS PRIMERAS 28 PROPOSICIONES A PARTIR DE LOS AXIOMAS NO LO USAN

- 5º → LAS PARALELAS NO SE CONTAN (SOLO LO HACEN EN EL ∞) (INVERIFICABLE)

CUESTIONAMIENTOS RECIBEN EN EL SIGLO XVIII!

{ SACCHERI
GAUSS (CON 15 AÑOS!)
BOLYAI
LOBACHEVSKY

→ ENUNCIADO ALTERNATIVO

* 5 - POR UN PUNTO EXTERIOR A UNA RECTA EXISTEN DOS PARALELAS (O MÁS)



GEOMETRÍA HIPERBÓLICA

{ BERNHARD
RIEMANN

→ CONCEPTO DE CURVATURA



GEOMETRIA ESFERICA

NO EXISTEN PARALELAS

SUMA DE ANGULOS
INTERIORES DE UN
TRIANGULO

EUCLIDES : 180°

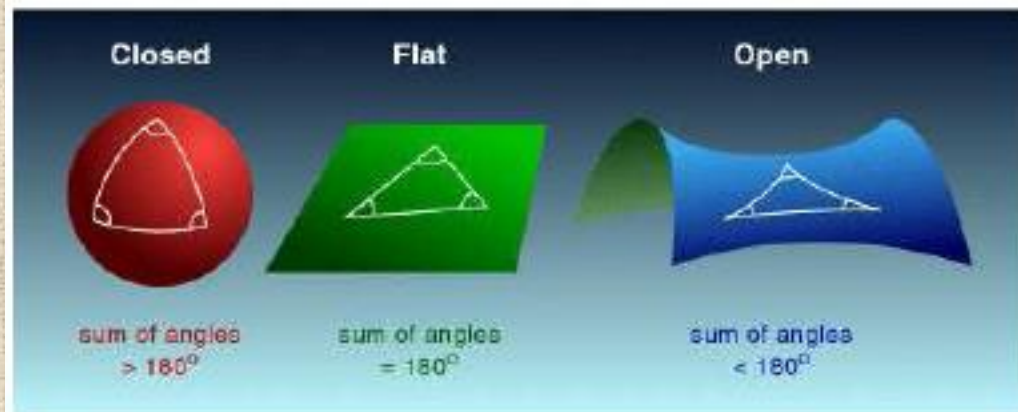
HIPERBOLICA : $< 180^\circ$

ESFERICA : $> 180^\circ$

(1 ||)

(∞ || ∞)

(0 ||)

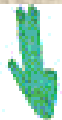


ESPACIO COMO hueco ENTRE OBJETOS →

RECTA: MENOR DISTANCIA ENTRE PUNTOS

¿QUE SIGNIFICA MEDIR DISTANCIAS?

LLENAR EL hueco CON OBJETOS ESTANDAR
(cubos)



d = NUMERO DE CUBOS

d MINIMA = MINIMO NUMERO DE CUBOS

SEGMENTO \rightarrow AGREGANDO CURVOS ANTES Y
DEPUES DE LOS EXTREMOS
 \equiv IDEA DE RECTA

● GEOMETRIA REAL \neq EUCLIDEA
(\neq HIPERBOLICA, \neq ESFERICA)

\downarrow
LA DE LA RELATIVIDAD!



* EUCLIDEA BASTANTE BUENA!

APROXIMACION SIMPLIFICADA

TIEMPO



SAN AGUSTIN (354 - 430) DIXIT:

"¿QUE ES EL TIEMPO?"

"SI NADIE ME LO PREGUNTA, SE QUE ES"

"PERO SI ME LO PREGUNTAN NO LO SE"



* LOS POETAS SI LO "SABEN" ...

FERNANDO PESSOA : "CHUVA OBLIQUA"

⋮

DE REPENTE CAIU...

ESQUECEU TUDO...

CAIU POR UM ABISMO FEITO DE TEMPO...

TIEMPO

[IDEA DE]

EL CUANDO

* IDEA DE TIEMPO LIGADA A UN ORDEN SUCESIVO
(SECUENCIA)

NUESTRAS EXPERIENCIAS VIENEN ORDENADAS
UNA DESPUES DE OTRA : IDEA ELEMENTAL DE TIEMPO

* MEMORIA → RECORDAR EXPERIENCIAS ANTERIORES

PREVIAS - PRESENTES - POSTERIORES

INTEGRADAS EN UNA SECUENCIA

Rudolf Steiner dixit:

**...”el hombre, que además tiene el yo: vale decir,
la memoria de lo pasado y la previsión del porvenir,
vale decir, EL TIEMPO” ...**

SEME NOTULADA POR HITOS →

ENTRE MARCAS HAY LAPROS VACIOS QUE
AL CONCIENTIZADOS NOS PRODUCEN LA
NOCION DE TIEMPO QUE TRANSCURRE

SE LO PERCIBE COMO UN CONTINUO QUE FLUYE
ORDENANDO LA SECUENCIA DE EXPERIENCIAS

— CARACTER UNIDIMENSIONAL —

— VARIABLE QUE ORDENA EL CAMBIO —

MEMORIA DEL FUNCIONAMIENTO DEL ORGANISMO



PARECE ORIGINAL UN SENTIDO TEMPORAL

(CREEMOS DARNOS CUENTA DE UN TIEMPO QUE TRANSCURRE)
(FUYE)

- SENTIDO SIMILAR AL TACTO O AL OIDO
- * PERO PERDIDO ES DISRUPTIVO ⇒ SE Pierde LA CONTINUA

● NO SE CONOCE EL RECEPTOR DEL "SENTIDO DEL TIEMPO"

* TIEMPO SIEMPRE PRESENTE EN LAS OBSERVACIONES
DEL HOMBRE

- COMIENZO Y FIN (VIDA)
- REPETICION PERIODICA DE EVENTOS (DIA Y NOCHE)
- ALGUNAS ETERNIDAD (MINERALES)

TIEMPO

• ¿CÓMO MEDIRLO?

GOLPEAR RÍTMICAMENTE LA MANO
FORMANDO UNA SERIE TEMPORAL
A PARTIR DE LA "UNIDAD" GOLPE

GOLVED USABA SU PULSO!



ALGO MÁS OBJETIVO: PENDULO

RELOJ

RELOJ MECANICO (~1300)

~ 1300 ~ 1500 : PESAS

~ 1500 : RESORTE

~ 1600 : PENDULO

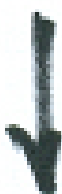
(ANCOA \Rightarrow $\dot{\gamma}$ CONSTANTE)

(SOLO WRENADO EN INGENIO POR LA MAQUINA A VAPORES)

* RELOJ MECANICO \rightarrow TORRES DE IGUEHAS
Y AYUNTAMIENTOS



SE IMPONE UN HOMBRE



* SISTEMAS AUTOMÁTICOS:

- HORAS DE PUEBLAS (MONASTERIOS Y CIUDADANOS)
- ORDEN EN LA VIDA CIVIL (MERCADO, TOQUE DE QUESA)

→ PUNTUALIDAD \equiv CONTEO DE LOS REYES

(MEJOR ATRIBUTO DE LA NOBLEZA)



INTERMETACION MECÁNICA DEL UNIVERSO

DESERTES (~ 1640)

"CUANDO UN RELOJ MANDA LAS HORAS MEDIANTE RUEDAS, NO
ES MENOS NATURAL DE LO QUE ES QUE UN ARBOL DE FRUTOS"

ESPACIO - TIEMPO

ERWIN PANOFSKY:

"EL SIGNIFICADO EN LAS ARTES VISUALES" (p.19)

"TODO CONCEPTO HISTORICO SE BASA EVIDENTEMENTE
EN LAS CATEGORIAS DE ESPACIO Y TIEMPO"

"LOS DATOS DEBEN SER DATADOS Y LOCALIZADOS"

(DOS ACTOS QUE SON DOS ASPECTOS DE UN SOLO ACTO)

→ "EL COSMOS DE LA CULTURA, COMO EL COSMOS
DE LA NATURALEZA, CONSTITUYE UNA ESTRUCTURA
ESPACIO - TEMPORAL"

* VOLVEMOS A LA RELATIVIDAD *

RELATIVIDAD: RELACION ENTRE

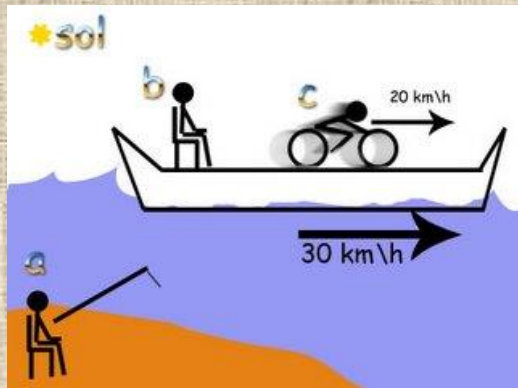
* ESPACIO - TIEMPO - MATERIA *


(\Rightarrow ECUACIONES)

RELATIVIDAD CONFIRMADA EXPERIMENTALMENTE

- EQUIVALENTE A :
 - DESCUBRIMIENTO DE AMÉRICA
(TIERRA NO PLANA)
 - INTRODUCCION DE LA PERSPECTIVA

* VOLVEMOS A LA RELATIVIDAD *



 = 50 km/h

+ GALILEO } LEYES DE LA MECANICA
NEWTON }



ADICION DE VELOCIDADES

$$\underline{\underline{\vec{V} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2}}$$



TIEMPO IDENTICO PARA TODO OBSERVADOR

(PRE CONCEPTO!)

TIEMPO ABSOLUTO

(PRE CONCEPTO!)

LA LUZ LO DESTROYE

* EXPERIMENTO
(MICHELSON + MORLEY)



VELOCIDAD DE LA LUZ
CONSTANTE
(INDEPENDIENTE DEL OBSERVADOR)



LEYES FISICAS DEBEN MODIFICARSE:

* EL TIEMPO NO ES ABSOLUTO *

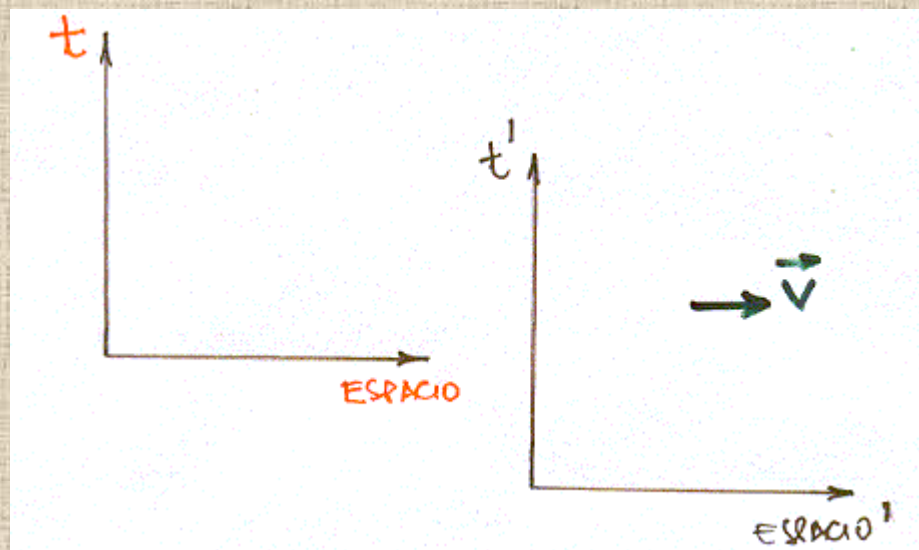
* EL TIEMPO NO ES ABSOLUTO *



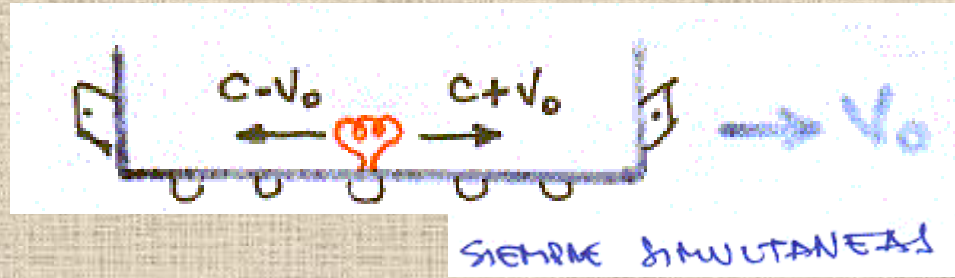
POSICION Y TIEMPO DEPENDEN DEL OBSERVADOR



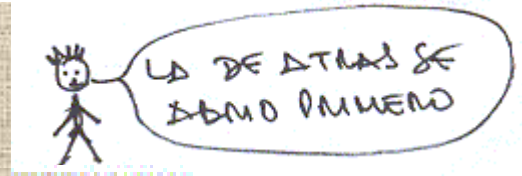
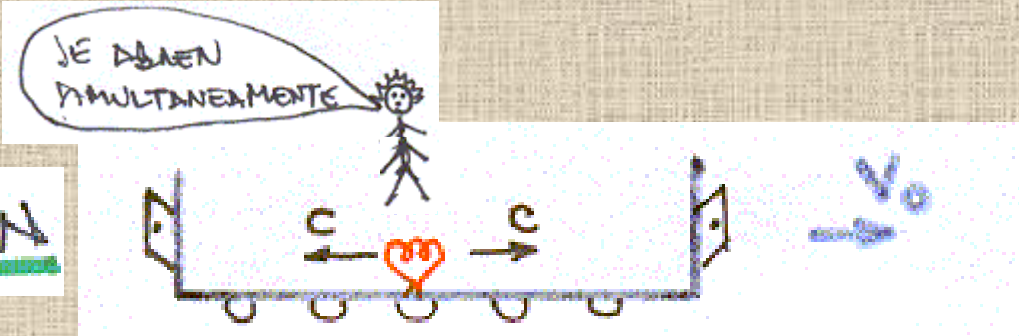
RELATIVIDAD DE LA SIMULTANEIDAD



GALILEO



EINSTEIN



ADICION

$$* \quad v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} \quad *$$

C + C = C \rightarrow C ES MAXIMA

ESPACIO - TIEMPO





LA GEOMETRIA DEL ESPACIO ES UN
PROBLEMA FISICO: SE PUEDE MEDIR!

● RELATIVIDAD

* ESPACIO - TIEMPO - MATERIA *

ESPACIO Y TIEMPO NO SON INDEPENDIENTES!

LOCALMENTE

LA MASA LE DICE AL ESPACIO-TIEMPO
COMO CURVARSE Y ESTE LE DICTA
A LA MASA COMO MOVERSE