



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
ESCUELA DE FILOSOFÍA, SOCIOLOGÍA Y ECONOMÍA**

“IMPLICACIONES GNOSEOLÓGICAS DE LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD”

Tesis previa a la obtención
del título de Licenciado en
Ciencias de la Educación,
con mención en Filosofía,
Sociología y Economía.

AUTOR

Roberto Carlos Reyes Torres

DIRECTOR

Máster. Octavio Chacón Toral

CUENCA – ECUADOR

2013



RESUMEN

Los planteamientos principales que se desarrollan en el presente trabajo de investigación, pretenden establecer, cuáles son las implicaciones fundamentales de los resultados de la Teoría de la Relatividad formulada por Albert Einstein con respecto a ciertas categorías que se manejan dentro de la gnoseología o teoría del conocimiento, tales como: percepción, hecho y criterio de verdad.

Se parte para ello del análisis teórico de los conceptos de percepción y hecho. En el caso del primer concepto el análisis está fundamentado en dos corrientes diferentes, la primera que interpreta la percepción desde el punto de vista fisiológico y la segunda desde la perspectiva filosófica usando los postulados de la fenomenología. Todo esto con el fin de esclarecer el desarrollo teórico sobre estos conceptos independientemente de la teoría de la relatividad, que constituyen el punto de partida de la tesis.

Posteriormente se presenta los aspectos netamente conceptuales, sin incursionar en sus connotaciones de tipo matemático, que presenta la Teoría de la Relatividad desarrollada por Albert Einstein, que se considera pueden presentar resultados importantes para la teoría del conocimiento en los conceptos de percepción, hecho y criterio de verdad que constituyen elementos fundamentales dentro de ésta.

El principal resultado que presenta éste trabajo, consiste en el reconocimiento de ciertos casos dentro de los cuales el criterio clásico de verdad, conocido como criterio de correspondencia no es aplicable, por lo que, al constituir parte esencial de la epistemología popperiana permite determinar los límites que ésta presenta y la necesidad de nuevos criterios al momento del análisis de las teorías científicas.

Palabras clave: Percepción, Hecho, Criterio de Verdad, Teoría de la Relatividad



ABSTRACT

The principal arguments that will be developed on this present work, pretend to establish which are the fundamental implications from Albert Einstein's theory with some categories that can be used in the theory of knowledge, such as: perception, fact and truthful criteria.

For this, you need to part from the theoretic concepts of perception and facts. In the case of the first concept the analysis is fundamental on two different points of views, the first being the one that interprets the perception from the physiological perspective and the second one, interpreted from a philosophical perspective using the postulates of phenomenology. All this with the objective of establishing the theoretic development about these concepts independently of the Theory of Relativity, that represent the starting point of this thesis.

Following this, there is a representation of the actual concepts, without taking into consideration the mathematical aspects of the Theory of Relativity, that might show important results for the Theory of Knowledge concerning the concepts of perception, which is a fact and a truthful criteria that constitutes fundamental elements of this last Theory.

The main result that comes out of this project, consists of, the establishment of certain cases in which the classic criteria of truth, known as the criteria of correspondence is not valid, while forming essential part of the Popperian Epistemology, allow the establishment of limits of the previous theory shown, the needs for new criteria at the moment of rational reconstruction of the scientific theories.



ÍNDICE

PORTADA	1
UNIVERSIDAD DE CUENCA.....	1
DEDICATORIA	9
AGRADECIMIENTO	10
RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE	4
INTRODUCCIÓN.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION	15
Capítulol.....	¡Error! Marcador no definido.
1. Percepción y Hecho.....	18
1.1. La percepción como primer elemento cognoscitivo	18
1.2. Aproximación a la relación entre percepción y hecho.....	19
1.3. Definición ostensiva y aspectos generales del concepto de percepción y hecho²⁰	
2. ¿Qué es una percepción?	25
2.1. Antecedentes.....	25
2.2. Importancia de la percepción.....	27
2.3. El proceso perceptivo	28
2.4. Concepto de percepción	34
3. ¿Qué es un hecho?.....	35
3.1. Antecedentes.....	35
3.2. Aproximación al concepto de hecho	37
3.3. Desarrollo del concepto de hecho.....	41
4. Relación entre hecho y percepción.....	41
5. Fenomenología de la percepción.....	44
5.1. Introducción.....	44
5.2. La sensación y la percepción	46
5.3. Resultados del análisis teórico	49
Capítulo II.....	51
1. La Teoría de la Relatividad Especial y General.....	51



1.1. Antecedentes.....	51
1.2. La Teoría de la Relatividad Especial y General.....	63
1.2.1. La teoría de la relatividad especial.....	63
1.2.1.1. El contenido físico de los teoremas geométricos.....	64
1.2.1.2. El sistema de coordenadas.....	65
1.2.1.3. El espacio y el tiempo en la mecánica clásica.....	65
1.2.1.4. El sistema de coordenadas de Galileo.....	67
1.2.1.5. El principio de la relatividad (en sentido restringido).....	67
1.2.1.6. El teorema de adición de velocidades según la física clásica.....	69
1.2.1.7. La aparente incompatibilidad de la ley de propagación de la luz con el principio de la relatividad.....	70
1.2.1.8. La relatividad de la simultaneidad.....	70
1.2.1.9. Sobre la relatividad del concepto de distancia espacial.....	73
1.2.1.10. La transformación de Lorentz.....	73
1.2.1.11. El comportamiento de reglas y relojes móviles.....	74
1.2.1.12. Teorema de adición de velocidades. Experimento de Fizeau.....	75
1.2.1.13. El valor heurístico de la teoría de la relatividad.....	76
1.2.2. La teoría de la relatividad general.....	79
1.2.2.1. El campo gravitatorio.....	80
1.2.2.2. Limitaciones de la Mecánica clásica y la teoría de la relatividad especial	83
1.2.2.3. Algunas conclusiones del principio de la relatividad general....	85
1.2.2.4. El comportamiento de relojes y reglas sobre un cuerpo de referencia en rotación.....	87
1.2.2.5. El continuoeuclídeo y el no euclídeo.....	89
2. Aspectos Gnoseológicos de la Teoría de la Relatividad Especial.....	93
2.1. Relación de la Teoría de la Relatividad Especial con los Hechos.....	98
2.2. Relación de la Teoría de la Relatividad Especial con las percepciones	101
3. Qué es un hecho según la Teoría de la Relatividad Especial.....	103
3.1. Qué es una percepción según la Teoría de la Relatividad Especial.....	105
Capítulo III.....	108
1. ¿Qué es Criterio de verdad?.....	108
2. El criterio de Verdad de las Ciencias Empíricas.....	113
2.1. Inductivismo vs Falsacionismo Metodológico.....	118
2.1.1. Inductivismo.....	118



2.1.2. Falsacionismo Metodológico	123
3. Relación del criterio de verdad con la Teoría de la Relatividad	127
3.1. Carácter general de la teoría de la relatividad	127
3.2. Relación de la teoría con los hechos	128
3.3. Utilidad práctica de la teoría.....	129
4. La teoría de la relatividad dentro de los parámetros del falsacionismo metodológico.....	129
Conclusiones.....	134
BIBLIOGRAFÍA.....	135



RECONOCIMIENTO DE LOS DERECHOS DEL AUTOR

Yo, Roberto Carlos Reyes Torres, autor de la tesis "Implicaciones Gnoseológicas de la Teoría de la Relatividad", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciado en Ciencias de la Educación con mención en: Filosofía, Sociología y Economía. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 23 de Agosto del 2013

Carlos Reyes

0104912340



CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Roberto Carlos Reyes Torres, autor de la tesis "Implicaciones Gnoseológicas de la Teoría de la Relatividad", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 23 de Agosto del 2013



Carlos Reyes
0104912340



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado en primer lugar a mí mismo, porque he tenido que sacar fuerzas de donde no hay para poder concluirlo por la serie de problemas que he tenido que atravesar, en segundo lugar a mi madre y mi familia por haber soportado con paciencia y cariño aquellos detalles que solo ellos conocen y por último, como el que ríe el último ríe mejor, para mis amigos que han representado para mí el espacio valioso de la felicidad y los momentos preciosos que uno siempre quiere que se repitan. A todos ellos éste obsequio mínimo

Carlos Reyes



AGRADECIMIENTO

Cómo es típico de los agradecimientos, agradecer a Dios sería agradecer a nadie porque no existe, pero si es posible decirle gracias a la vida y a todas aquellas personas de buen corazón, de mente abierta e inquieta que si son palpables y que han permitido que éste trabajo se lleve a cabo.

En primer lugar agradezco a la Facultad de Filosofía y a todo el personal docente con el que he tenido la dicha de compartir placenteras y fructíferas horas de clase y me han entregado las herramientas suficientes para proseguir solo esa aventura loca llamada Filosofía, sobre todo al Doctor Napoleón Almeida y al Doctor Oswaldo Narváez porque fueron ellos los que me recomendaron los mejores libros sobre filosofía que han marcado mi forma de pensar y fue su actitud como sus ideas las que me motivaron a seguir esta carrera.

Así también a mi familia por el apoyo económico sin el cual mi formación no hubiera sido posible y sobre todo a mis amigos, esa gloriosa familia que uno tiene la capacidad de elegir, por haber soportado todas mis locuras y los aburridos discursos filosóficos que de vez en cuando sacaba a flote, gracias por no haberme recomendado que cambie de carrera, ni de vida: A Paty, Fredy, Pablo, Lucia, Gerónimo, Ismael y compañía, Tefy Cárdenas y Majo Ribera.

A todas las personas que he nombrado y que no he podido hacerlo pero que están presentes en éste alegre momento de redactar los agradecimientos, muchas gracias, dos mundos de gracias.

Carlitos Reyes



INTRODUCCIÓN

A partir de que la ciencia, con sus propios lineamientos basados en los postulados del positivismo, se deslinda totalmente de la Filosofía, ha constituido una forma de conocimiento, que sin embargo, no ha dejado de aportar con resultados importantes para los ámbitos de la reflexión filosófica. Es decir, los hallazgos realizados por las ciencias empíricas constituyen de igual forma, aspectos que permiten que la filosofía progrese en el tratamiento de sus problemas principales. Por ejemplo los planteamientos de la teoría de la evolución de las especies fueron en su tiempo ideas que hicieron posible una nueva concepción sobre los orígenes del hombre y sobre su esencia como en el caso de la filosofía de Nietzsche.

Así también en aspectos que tienen que ver con la teoría del conocimiento tuvieron una nueva forma de ser entendidos como por ejemplo en el caso de Schopenhauer a partir de los estudios fisiológicos sobre el cerebro humano. Se plantea por lo tanto, tomando como fundamento este principio del aporte de la ciencia al quehacer filosófico, que la Teoría de la Relatividad ofrece de igual modo un nuevo sustento teórico que permite entender ciertos aspectos de la gnoseología bajo una nueva perspectiva y nuevos significados, sobre todo en aspectos como la percepción, los hechos y el criterio de verdad.

En primer lugar, es necesario considerar que la visión que el sentido común se ha formado acerca a la Teoría de la Relatividad es falsa, en la medida que pretende inferir de ésta, que todo es relativo y que no existen leyes fundamentales que expliquen los fenómenos de la naturaleza, puesto que los planteamientos realizados por Einstein apuntan a todo lo contrario, al ofrecer una interpretación de los hechos físicos que anula el factor relativo que se relaciona principalmente con el aporte del sujeto perceptor al momento de realizar las observaciones de la realidad.

Sin embargo esta característica principal de dicha teoría no impide que la Filosofía pueda presentar resultados novedosos e interesantes tomando como fundamento los postulados de la Relatividad. A pesar de que Russell no saca mayores consecuencias para el pensamiento filosófico, a partir de su estudio de la Teoría de la Relatividad en su libro titulado "ABC de la Teoría de la



Relatividad” y de que lamentablemente los problemas fundamentales de la Filosofía hayan pasado a segundo plano en la época actual, es posible aun desarrollar ciertos criterios que resultan novedosos en ámbitos como la Ontología y la Gnoseología.

El presente trabajo por lo tanto pretende investigar cuáles son las consecuencias directas que ofrece dicha teoría, sobre todo en Gnoseología, presentando la posibilidad de elaborar interpretaciones diferentes a las ya establecidas, en conceptos como percepción, hecho y criterio de verdad, puesto que si se usa como marco de referencia la Teoría de la Relatividad, es posible y factible dotar a estos conceptos de un nuevo significado trascendente en la forma de entender el conocimiento y la interpretación epistemológica de las ciencias.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Revisando con brevedad la extensa historia de la Filosofía y el pensamiento filosófico, podemos encontrar con facilidad que una vez establecidas los parámetros teóricos y metodológicos que separaron el conocimiento científico de su raíz filosófica, los adelantos y descubrimientos en las diferentes ramas de la ciencia, permitieron superar y modificar también los sistemas filosóficos y sus respectivos planteamientos. Ideas que bajo la autoridad intelectual de Aristóteles se mantuvieron vigentes varios siglos, por ejemplo, la concepción de la caída de los cuerpos como la tendencia innata de los objetos a regresar a su posición original, fueron superadas y cambiadas, en éste caso particular, a raíz de los estudios sobre este fenómeno realizados por Newton.

Es posible entonces concluir, que las teorías científicas que llegan a demostrar su veracidad y son aceptadas por la comunidad científica, tienen repercusiones en la Filosofía, es decir, una idea científica implica otra filosófica correspondiente. Por ejemplo es conocido el pensamiento kantiano en relación a la percepción y las funciones de los sentidos. Otorga a estos últimos el papel de la construcción del mundo, de la percepción de los fenómenos. Según Kant percibimos bajo las categorías de los sentidos; sin embargo, en el siglo XVIII con el avance de la fisiología cerebral, estas ideas fueron modificadas y formuladas posteriormente bajo fundamentos científicos, gracias a los conocimientos y estudios de Schopenhauer en esta rama de la Medicina.

Schopenhauer (1949) en su obra “La Cuádruple Raíz del principio de Razón suficiente” señala que la percepción del mundo no se produce en los sentidos, estos ofrecen los datos para que esta se realice en los lóbulos cerebrales. Distingue la función de los sentidos ubicados en el bulbo raquídeo y la percepción como una de las funciones de los lóbulos. De esta forma se construye sobre los resultados de la ciencia una nueva interpretación filosófica del mundo, como es el caso del idealismo de Schopenhauer.

Partiendo de estos antecedentes, es posible plantear, tomando como marco de referencia la construcción teórica de Albert Einstein sobre “La Teoría de la Relatividad” una nueva concepción filosófica, construir nuevas ideas de carácter filosófico-especulativas sobre este sólido cimiento teórico, investigar



cuáles son sus implicaciones para la Filosofía en sus diferentes campos de estudio.

En lo que respecta a Axiología con los planteamientos de los sofistas que relativizan los valores, ya se ha trabajado bajo esta idea, de igual forma que lo hicieron los escépticos en Ontología y Gnoseología al reconocer en las diferencias en la percepción de fenómenos el germen relativista del “depende de quien lo haga” ; sin embargo, estas ideas netamente filosóficas sobre el tema, esfumadas durante la edad media y por casi toda la modernidad, por haber disminuido el interés y la importancia del saber filosófico a favor de la Ciencia –entre otras causas- han sido relegadas.

Es así que queda ha quedado como una terea pendiente abordar las implicaciones de la Relatividad sobre la Ontología, la Gnoseología, la Lógica y la Metafísica, por lo que este trabajo pretende abordar lo correspondiente a las implicaciones filosóficas de la Teoría de la Relatividad sobre la Gnoseología, bajo la solución de las siguientes preguntas: ¿Cuál es la visión sobre la realidad que nos plantea la Teoría de la Relatividad? ¿Cuáles son las modificaciones conceptuales en Gnoseología a partir de la Teoría de la Relatividad? ¿Hasta qué punto la Teoría de la Relatividad aumenta la brecha existente entre percepción y hecho? ¿Cuál es el impacto de la Teoría de la Relatividad respecto al Criterio de verdad?



ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El conocimiento y su desarrollo como una de las actividades humanas, que han tenido mayor relevancia en los últimos milenios -desde que la especie empezó a distinguirse en la Naturaleza por el uso consciente de su inteligencia y su razón- representa desde un punto de vista filosófico, el des-extrañamiento del mundo. A medida que el conocimiento de la realidad, entendido como un acontecimiento de carácter individual, social, económico, político y psicológico, permite al ser humano, en dos esferas inseparables de su existencia, adquirir en primer lugar las condiciones necesarias para subsistir y sobrevivir en la Naturaleza y comprender en segundo lugar –o tratar de hacerlo- nuestra situación en el universo.

Dicho des-extrañamiento, constituye una actividad de carácter filosófico, fundamental y primario. Lo que en un principio es extraño, en la inmediatez de la percepción, mediante el conocimiento deja de serlo. Se supera la enajenación intelectual que representa la ignorancia del mundo mediante la comprensión que ésta actividad permite. El fenómeno subjetivo que se denomina dentro de éste trabajo como des-extrañamiento, representa por lo tanto, el aspecto filosófico del saber humano, porque conocer contiene repercusiones filosóficas para el hombre, además de las de tipo práctico, técnico, social, económico, político etc.

Estos planteamientos son evidentes en la historia del ser humano, por ejemplo en la agricultura: Esta actividad surge gracias a la comprensión de la función de las semillas en las plantas, que permite el paso del hombre primitivo y nómada dedicado a la recolección y caza, al hombre sedentario y cultivador de sus alimentos, siendo una de las múltiples manifestaciones de conocimiento del mundo y de su correlativo des-extrañamiento humano hacia su entorno. Todo lo conocido no es extraño.

De la misma forma, en los primeros esbozos mitológicos en la antigüedad, pasando luego por las explicaciones religiosas medievales, hasta llegar a las grandes y abstractas construcciones teóricas de la ciencia contemporánea, - considerando quizá las tres etapas de Comte- podemos encontrar los indicios necesarios que solventen esta idea. Tanto el pensador griego que atribuye a



los habitantes del Olimpo el funcionamiento de la Naturaleza o el Cañari que ordena su vida en torno a los fenómenos solares y considera a este astro su dios o el científico positivista que argumenta sobre el Big Bang, encuentran en sus ideas y explicaciones la posibilidad de familiarizarse con el mundo, tratan de hacerlo inteligible, comprensible, asumible como una realidad que tiene sentido y vinculación con sus vidas, que se relaciona directamente con lo que son o creen ser, así el mundo y sus fenómenos pierden su cualidad primaria de extrañeza.

Es importante señalar y tener presente que las modificaciones que originan todas aquellas explicaciones que se realizan sobre la realidad, implican cambios no únicamente a nivel teórico-científico, sino que también se extienden a otros niveles como el económico, político, psicológico, social y cultural debido a factores que relacionan directamente estas instancias de la vida humana. Es así que tomando el problema de la Teoría de la Relatividad Especial en sus diferentes contextos de influencia, es posible destacar dentro de este trabajo, las implicaciones que se considera representan para el desarrollo del pensamiento filosófico, debido a la posibilidad de una nueva interpretación del mundo que proporcionan sus conceptos básicos. Filosóficamente, esta teoría representa una aventura nueva, pospuesta para la Filosofía, por la disminución de su importancia, a raíz del conocimiento científico teórico y práctico impuesto por el positivismo.

Por estas razones, es importante para el posible adelanto y aporte de ideas filosóficas inéditas, desarrollar las implicaciones filosóficas de la “Teoría de la Relatividad” como una herramienta que permita consolidar mi formación y ponerla a prueba en el análisis de uno de los planteamientos más importantes del siglo veinte, que representó un cambio radical en los paradigmas científicos y debe encaminar nuestro espíritu hacia una visión más acertada sobre la realidad, aunque implique abandonar nuestro práctico y útil sentido común, al menos en el plano reflexivo.

No solo como una necesidad para alcanzar la verdad, sino como una forma de hacer el mundo más interesante y porque no más divertido, como lo señala el mismo Einstein en el prólogo de su obra sobre la relatividad:



Las dificultades que radican en la teoría propiamente dicha creo no habérselas ocultado al lector, mientras que las bases físicas empíricas de la teoría las he tratado deliberadamente con cierta negligencia, para que al lector alejado de la física no le ocurra lo que al caminante, a quien los árboles no le dejan ver el bosque. Espero que el librito depare a más de uno algunas horas de alegre entretenimiento. (Einstein 1998)

Para concluir, de la misma forma que comprender el orden y funcionamiento físico de los planetas y de la naturaleza, permitió superar las creencias mitológicas sobre los dioses, se considera que la teoría de la relatividad bajo la lupa de la investigación filosófica, permite acceder a un mundo diferente, dentro del cual, los planteamientos cotidianos de la realidad, regidos por el sentido común, pierden significado, sentido y validez, permitiendo de esta forma, como seres creativos, en constante movimiento, especular y formar una visión más amplia e interesante sobre la realidad que habitamos.



Capítulo

1. Percepción y Hecho

1.1. La percepción como primer elemento cognoscitivo

La percepción y los hechos son dos componentes de la realidad de carácter subjetivo y objetivo respectivamente, que permiten y hacen posible el conocimiento del mundo. En teoría del conocimiento, estos dos conceptos son la base para construir cualquier interpretación sobre lo que se entiende es el conocer, ya que cuando se asume el mundo con la finalidad de conocerlo, el primer elemento con el que se cuenta son las percepciones acerca de hechos presentes en él. Constituyen el punto de partida de cualquier conocimiento, si no se dispusiera de su existencia, el mundo sería tan ajeno y mudo como lo es para los seres inertes, porque es el nexo primero de relación entre las entidades vivientes y el medio ambiente.

La percepción constituye la primera evidencia de que sucesos fuera del sujeto se manifiestan, por esa razón se parte de su presencia perceptiva en la consciencia, para acercarse al mundo objetivo de los hechos. Es indudable que se requiere en primer lugar de la percepción como primera materia, para referirse al mundo, ya Kant decía que los conceptos sin intuiciones sensibles (percepciones) son vacíos, es por eso que superando posiciones racionalistas unilaterales, la Filosofía dio un gran avance cuando se reconoció el papel que desempeña la observación como primer requisito para el conocimiento.

Cualquier referencia a los hechos requiere la participación de una percepción subjetiva, ya que a partir de ella el mundo adquiere sentido particular. La propia investigación se justifica en primer término, cuando se constituye el sentido de la realidad subjetivamente, de no ser así, el individuo se mantendría en la misma actitud instintiva de los animales, para quienes el mundo solo tiene un sentido de supervivencia y no representa ningún valor de tipo cognoscitivo.

Merleau Ponty(1975) en la introducción de su obra titulada “Fenomenología de la Percepción” señala que:

Todo cuanto sé del mundo, incluso lo sabido por ciencia, lo sé a partir de una visión más o de una experiencia del mundo sin la cual nada significarían



los símbolos de la ciencia. Todo el universo de la ciencia está construido sobre el mundo vivido y, si queremos pensar rigurosamente la ciencia, apreciar exactamente su sentido y alcance, tendremos, primero, que despertar esta experiencia del mundo del que esta es expresión segunda. (Pág. 38)

La importancia de la percepción también se extiende hacia un nivel vital, ya que la vida se desarrolla y evoluciona a medida que cada especie cuenta con una percepción más clara de las cosas, los animales que se ubican en la cima de la cadena alimenticia y que aseguran su existencia de una forma más eficiente, son los que han logrado desarrollar eficazmente su percepción del mundo, gracias a la ampliación de la capacidad de los sentidos y el sistema nervioso, que les permite tener un conocimiento más claro de la realidad y por ende un mejor uso de recursos para la subsistencia.

1.2. Aproximación a la relación entre percepción y hecho

Sin embargo a pesar de que la percepción constituye el primer elemento de referencia a los hechos, existe también una problemática consistente en determinar el grado de relación que existe entre estas dos categorías. Desde los orígenes de la Filosofía, los filósofos han tratado de desentrañar los misterios del ser y en esta tarea la primera actividad de la reflexión fue despejar la incompatibilidad que se creía existía entre lo que se percibe y lo que realmente es. Heráclito por ejemplo, que interpretaba el ser como un constante cambio y devenir, decía que el primer engaño de la razón es la permanencia de la substancia, encontraba ya discordantes estos dos conceptos. Es así que se encuentran casos en los cuales, la percepción y los hechos no son compatibles, como por ejemplo en las ilusiones ópticas, que constituyen fenómenos en los cuales lo que ocurre en el mundo objetivo difiere de la realidad que nos muestra la percepción.

Es por eso que a lo largo de la historia del pensamiento filosófico encontramos una serie de polémicas al respecto de la percepción y su relación con los hechos, que van desde el realismo ingenuo, pasando por el idealismo hasta el más exacerbado escepticismo, que llevó a Pirrón de Elis, negando el papel informativo de la percepción, a acercarse peligrosamente a los precipicios con



el peligro de caer, a no ser porque sus discípulos le cambiaban de dirección. El marco de referencia en el cual se han desarrollado estas polémicas discusiones ha sido la determinación de la relación efectiva que existe entre la percepción y los hechos.

Es así que una de las soluciones más aceptadas constituye aquella que señala que el conocimiento efectivo en su nivel más básico, consiste precisamente en la compatibilidad de las percepciones y los hechos, de ahí la importancia de la observación en la ciencia moderna, como herramienta que permite mediante la experimentación y la metodología positivista, “ver” (percibir) si la teoría que se plantea sobre un hecho, coincide y es compatible con éste, de no serlo la teoría se desecha.

Es posible afirmar además tomando un comentario de Nietzsche, que la ciencia y el conocimiento han progresado a medida que la percepción mediante el uso de la técnica se ha hecho más aguda y profunda, recordemos que por ejemplo, con el desarrollo del microscopio, las enfermedades atribuidas al castigo de los dioses y otras causas arbitrarias, fueron entendidas como la acción de microorganismos que invaden el cuerpo y lo enferman.

Sin embargo, de igual forma que una percepción más clara de los hechos permite progresos en el conocimiento, establece también sus límites, toda aquella teoría que no se pueda observar en el mundo cae dentro del marco de la mera hipótesis, por esta razón los problemas en la ciencia surgen precisamente cuando los hechos no son perceptibles. Por lo tanto, reconociendo su importancia, el análisis de estos conceptos es fundamental en teoría del conocimiento, ya que el desentrañamiento de su problemática, permite progresar en la reflexión filosófica y el conocimiento en general.

1.3. Definición ostensiva y aspectos generales del concepto de percepción y hecho

Quizá es necesario para el análisis de un tema cualquiera, partir señalando las nociones básicas sobre lo que se pretende analizar, para ello se reconoce en primer lugar lo más conocido, es decir, se consideran las afirmaciones que forman parte del sentido común, para luego ir especificando y desechando las



nociones que no sean afines a un estudio exhaustivo, proceso que permitirá en último término quedarnos si no con lo verdadero, al menos con lo más útil.

De ahí la necesidad de realizar una definición ostensiva, que es un proceso por el cual, se enseña a una persona a comprender una palabra por medios diferentes del uso de otras palabras, es decir, señalando directamente el objeto al que se refiere el significado de una palabra.

Usando la definición ostensiva es posible realizar una regresión hasta la génesis de los términos, porque dentro del ámbito del lenguaje no existe nada que no se relacione con el contacto directo del hombre con la naturaleza, excepto los conceptos abstractos, que se definen por otros conceptos. Además según el criterio de Russell (1983) dicha forma de definición constituye el método natural de aprendizaje del lenguaje, puesto que el niño atraviesa por el proceso de definición ostensiva para aprender un lenguaje cualquiera.

Por lo tanto este proceso presente en la formación y adquisición del lenguaje, permite acercarnos a la “esencia” de las palabras, porque usando ésta forma de definir, es posible mostrar el significado básico de éstas. En el caso presente, los conceptos de hecho y percepción requieren esta regresión a su génesis u origen de su significación, para descubrir y determinar sus características específicas, las mismas que servirán de base en el proceso de ésta investigación y harán posible la intelección de cómo son comprendidos, usados a la luz de la teoría de la relatividad y las repercusiones que podrían presentarse en ellos.

Hecho y percepción, dos conceptos a primera vista acabados y determinados, su definición aparentemente no implica ningún problema de mayores proporciones. Decimos que hecho es todo aquello que está presente o acontece en el mundo y percepción el proceso subjetivo mediante el cual nos enteramos de su existencia. Ostensivamente hecho se define señalando un detalle cualquiera del mundo exterior, por ejemplo, mostrando con el dedo una montaña, esa acumulación de rocas y tierra, puede ser considerada como un hecho en el mundo. Así también para realizar el mismo tipo de definición en cuanto a la percepción, bastaría con señalar una persona que esté recorriendo con sus ojos y manos la extensión de un objeto cualquiera.



Sin embargo esta definición no es suficiente para concluir en su significado, porque hecho y percepción son fenómenos que no se agotan en esta simple acepción. En cuanto al significado de hecho, no basta con creer en un objeto existente en el mundo o verlo ahí, un hecho presenta problemas al momento de determinar su existencia real; y, sobre percepción, no es únicamente dejar que el mundo afecte nuestros sentidos, los dos conceptos comprenden aspectos más difíciles de abordar, que la mera observación no trae a la luz.

Sin embargo es posible partir de estas dos nociones generales sobre hecho y percepción, la primera referente a todo aquello que ocurre en la realidad y que logramos definirlo con simplemente señalar un aspecto cualquiera del mundo y la segunda, como la forma en que podemos “verlo”, definida ostensivamente al señalar un sujeto cualquiera observando y tocando un objeto.

Usando éste tipo de definición, considerada la más básica, es factible para el sujeto remitirse al mundo concreto del cual toman las palabras su significado, porque precisamente muestra su significación primaria y dentro de este caso en particular, hace evidente una característica que vincula directamente estos dos conceptos. Para definir un hecho o simplemente para referirnos a él, debemos recurrir a la percepción del mismo, poniendo un ejemplo un tanto forzado, no se podría hablar y argumentar sobre la existencia del sol, si en primer lugar no se lo ha visto. Esta afirmación no pretende entrar en ninguno de los problemas metafísicos de corte idealista o realista que puede presentar, simplemente pretende sustentar que el lenguaje humano, al haber iniciado en base a definiciones ostensivas, requiere partir de percepciones de hechos, para poder argumentar sobre éstos.

Según algunos entendidos en la evolución del “homo sapiens” como Pinillos (1970) que argumenta que el cerebro humano empieza a percibir los objetos del mundo a partir del desarrollo de una parte del cerebro llamada “neo cortex”, antes de éste acontecimiento, quizá nuestra orientación en el mundo se parecía mucho al de las plantas y organismos unicelulares y otras especies animales, ya que contábamos únicamente con el uso del llamado “cerebro reptiliano” que realiza las funciones básicas del organismo.



De igual forma el lenguaje se manifiesta en la especie humana a partir de la aparición del australopitecos hace más de cuatro millones de años, con lo que el lenguaje y el mundo al que se refiere su significado, en cuanto entendido como hecho, es posterior a su percepción, no porque el mundo no haya existido ontológicamente antes, sino porque fue la percepción del mundo lo que posteriormente permitió hablar y entenderlo como un hecho.

Este criterio no afirma que el hombre crea el mundo al percibirlo, ni que éste no exista antes de poder observarlo, aquí no se aborda el problema metafísico, simplemente justifica la necesidad de que para argumentar sobre un hecho, es preciso y necesario en primer lugar, tener noticias de él a través de una percepción, con lo que el concepto de hecho implica igualmente el de percepción. La definición ostensiva de un hecho requiere anteriormente que este haya sido percibido.

De esta forma una teoría detallada sobre la naturaleza de los hechos requiere simultáneamente otra que detalle la naturaleza de la percepción, esta relación es una constante que se debe considerar, porque estos conceptos que no son independientes entre sí, pierden precisión y significado específico al aislarlos. Esta relación no discurre sobre las implicaciones lógicas de género próximo y diferencia específica, sino más bien, parte de una relación de tipo práctica que se presenta al definir ostensivamente una palabra, es decir, en una definición lógica de estos conceptos no se implican mutuamente, percepción no es el género próximo de hecho, al definirlos lógicamente no hay relación alguna, ninguno de los dos conceptos pertenece a la esfera del otro.

Sin embargo como se plantea en el párrafo anterior, al momento de definir ostensivamente uno de los conceptos –el de hecho- requiere una percepción, por esa razón se plantea la necesidad de su relación práctica, la necesidad de hacerlos complementarios y mutuamente relacionados, es decir, sin incluir la comprensión de percepción el concepto de hecho perdería claridad y precisión en su significado.

El realismo y su tesis sobre la existencia objetiva del mundo, según la cual no se presenta diferencia alguna entre la percepción y la objetividad de las cosas, obvia en ciertos casos todo proceso perceptivo, mediante el cual añadimos



cualidades subjetivas que no les pertenecen a los objetos. Si pensamos en un espejo por ejemplo, vemos reflejado en su superficie imágenes que dependen de nuestra perspectiva, si nos ubicamos frente a frente veremos nuestro reflejo, no siendo de igual forma si nos ubicamos en la periferia.

Considerando el realismo que no reconoce los aportes del sujeto al momento de la percepción, sería como plantear que el espejo existe en sí mismo con la imagen que tiene al momento de verlo, sin embargo, es posible imaginar que la realidad del espejo, es que refleja luz en todas direcciones y en su superficie no hay nada más que eso, excepto al mirarlo desde un lugar específico, pues en ese momento lo percibimos con un reflejo determinado, sin embargo, al momento de ver el espejo solo recibimos los reflejos de la luz dirigidos hacia nuestra posición, pero el espejo fuera de la imagen perceptiva que nos formamos de él en ese instante, no deja de seguir reflejando los rayos de luz en todas sus direcciones, es por eso que varios individuos podrán ver en la misma superficie diferentes imágenes simultáneas sin que ninguna de ellas se parezcan entre sí, cada uno describirá en la superficie del espejo la imagen que percibe desde su posición particular.

Ocurre lo mismo con aspectos como el color percibido en los objetos, su existencia se debe y está relacionada a la forma en que la luz afecta nuestros ojos y no a su presencia objetiva en las cosas. Como en estos casos la referencia de un hecho está relacionada directamente con la respectiva percepción del mismo, es necesario dilucidar y analizar cuáles son los elementos que se limitan al nivel netamente subjetivo.

Esta intención conlleva necesariamente a definir percepción y hecho con una relación que depende no de su definición lógica, si no de su relación práctica al momento de delimitarlos ostensivamente, que dicho sea de paso constituye el punto de partida dentro del primer capítulo, porque se considera que otros autores como Wittgenstein por ejemplo, al definir en su lógica el mundo como la totalidad de los hechos o Russell al llamar hecho a todo lo que hay en el mundo, obviaron este detalle, no reconocen en estas dos afirmaciones la relación implícita entre la percepción y los hechos, es decir, olvidan éste requisito que hace posible referirse al mundo.



De esta forma gracias a estos argumentos podemos sacar a flote dos detalles significativos a considerarse dentro de los conceptos de hecho y percepción, a saber:

- el aspecto precedente de la percepción, su carácter primario respecto a los hechos
- la permanente relación práctica existente entre percepción y hecho que repercute en su definición, sentido y comprensión

Así mismo el análisis, deberá presentar en primer lugar la reflexión sobre las características de la percepción como preámbulo necesario para abordar el análisis del concepto de hecho, porque partiendo de las definiciones anteriores como verdaderas, habrá que descifrar cuales son los aportes de la percepción al momento de referirse a los hechos, para depurar estos últimos de todo elemento subjetivo. De no realizarse esta tarea se manifiestan contradicciones, porque si los hechos son todo aquello que está en el mundo independiente del sujeto que percibe, cómo se podría discernir si se describe un hecho o simplemente una percepción.

Por lo tanto una de las ideas que guía la investigación, consiste en reconocer que no toda percepción es un hecho, afirmación que se refiere a los elementos que la percepción aporta al hecho, los mismos que pertenecen a una esfera diferente, no están presentes en el mundo objetivo por lo que no pueden ser calificados como hechos, son denominados como representaciones, las mismas que al desaparecer el sujeto de la percepción quedan suprimidas de igual forma, porque su existencia no es objetiva sino subjetiva, elaboradas al nivel de las estructuras que dispone el sujeto para percibir la realidad, es decir, gracias a sus sentidos y sus lóbulos cerebrales como más adelante se desarrolla.

2. ¿Qué es una percepción?

2.1. Antecedentes

Los griegos usaron los términos antilepsis o katalepsis para referirse a la percepción, que según Ferrater Mora (1994), son entendidos como acción y efecto de recoger algo, es decir, ya en la antigüedad la percepción se



interpretaba como la capacidad de registrar las cualidades del mundo exterior. Sin embargo fue Aristóteles el primero en establecer la distinción entre sensación y percepción, distinción que según Mora (1994) adopta la siguiente forma: “Puede haber sensación sin percepción, pero no puede haber percepción sin sensación.”

Esta interpretación es similar en pensadores como Cicerón y los escolásticos, que mantienen el mismo sentido al momento de referirse a la percepción, el primero bajo el concepto de *perceptiones animi* y los segundos como una representación comprensiva. Sin embargo, en la antigüedad y la edad media, el estudio de la percepción se limitó al contexto del denominado origen del conocimiento, oscilando su interpretación como percepción sensible y percepción nocional, mientras que dentro de la filosofía moderna este concepto es tomado aisladamente y tiene mayor relevancia en su desarrollo.

El primer pensador moderno en abordar la problemática de la percepción es Descartes. Su filosofía de tipo racionalista plantea que existen dos formas de pensamiento que se relacionan con la percepción, a saber: percibir por el entendimiento y realizarlo por la voluntad. La primera se refiere a los actos intelectuales que permiten la percepción propiamente dicha como efecto de concebir “cosas puramente inteligibles” y, la segunda, como una determinación propia del querer. Spinoza circunscrito igualmente dentro del racionalismo sigue la misma línea de Descartes, a pesar de que existe ambigüedad en el uso que da a este concepto, su interpretación establece que la percepción es una aprehensión mediante los sentidos de cosas singulares.

Locke considerado como un filósofo empirista, plantea que la percepción es una facultad de la mente relacionada en primer lugar con la percepción de ideas en nuestra mente, la percepción de la significación de signos y del acuerdo y desacuerdo entre nuestras ideas. Para Hume en cambio la percepción esta dividida en dos partes, a saber: impresiones sensibles que son el resultado de nuestras sensaciones obtenidas por el contacto con el mundo exterior e ideas como imágenes de estas impresiones que se forman en el sujeto del conocimiento.



Con Berkeley la percepción adquiere un rasgo completamente diferente, ya que de la interpretación como un proceso de aprehensión de impresiones sensibles, pasa a ser entendida como el constituyente mismo de la realidad, con lo que es el primero en fundar el idealismo, lineamiento que seguirá Kant al señalar el papel constituyente de la percepción en la realidad exterior, de esta forma ya no hay una percepción que depende del mundo, sino todo lo contrario, hay un mundo que depende de la percepción.

Husserl por su parte establece que existen dos tipos de percepción: en primer lugar la percepción sensible, que consiste en la aprehensión de entidades exteriores que presentan al sujeto su propia objetividad; y en segundo lugar, la percepción categorial en la que se construyen nuevas objetividades. La fenomenología fundada por éste autor es la contrapartida del idealismo y del psicologismo, porque establece la existencia anterior del mundo a toda percepción y todo proceso psicológico, establece que la percepción es inmanente al sujeto y constituye el punto de partida del conocimiento, su labor principal consiste en reconstituir en la consciencia el mundo.

En la actualidad el estudio de la percepción se ha centrado en descubrir las bases fisiológicas y neurofisiológicas de la percepción, las mismas que han llegado a demostrar la existencia de una emisión de la corteza cerebral denominada ritmo alfa, la misma que en cuanto el sujeto pasa de un estado de reposo a otro en el que presenta percepciones, se ve alterado.

2.2. Importancia de la percepción

Las diversas interpretaciones sobre la percepción tienen puntos en común, que plantean que, todo acto perceptivo es un proceso mediante el cual, el sujeto se forma una imagen o representación del mundo exterior, gracias a los datos que proporcionan los sentidos. De esta forma la percepción entendida en su forma más básica y simple, como un proceso representativo sobre los fenómenos del mundo, que debe interpretarse como una decodificación de datos realizada a nivel subjetivo, que muestra y hace entendibles las condiciones del mundo exterior y que gracias a éste proceso es posible interactuar con la realidad.



Por lo tanto se convierte de este modo en uno de los fundamentos principales de la conducta y del conocimiento, es por eso que todo ser viviente está dotado en diferentes grados de percepciones sobre el ambiente que habita: Desde las plantas que al germinar la semilla se guían por la luz del sol, pasando por los depredadores que olfatean su presa para cazarla y alimentarse, hasta el científico que observa los fenómenos en busca de leyes que los rijan.

Se sostiene además en base a este argumento, que de no existir percepciones, la vida sería imposible, ya que toda entidad viviente para su respectiva subsistencia necesita interactuar con el mundo y es dentro de esta necesidad que la percepción tiene su papel fundamental, ya que hace posible dicha interacción, porque debido a las percepciones es posible formarse una imagen de la realidad y de este modo conocerla y utilizarla para la supervivencia.

2.3. El proceso perceptivo

Es importante tener en cuenta que el siguiente análisis, se desarrolla en base a uno de los planteamientos de la fenomenología, que se limita exclusivamente a describir el proceso perceptivo en su realidad objetiva, recurriendo a los avances que la fisiología ha realizado al respecto de la percepción.

Ya desde los primeros tratados sobre esta problemática se ha reconocido el papel que desempeña el cerebro y en la actualidad gracias a los avances científicos en este campo, se presenta la posibilidad de poseer una idea más amplia sobre el proceso perceptivo. Mientras más clara, detallada y amplia sea la descripción sobre el hecho perceptivo, mejor el englobe que tendrá el concepto.

El proceso de la percepción inicia en los sentidos, estos registran las impresiones del mundo exterior, ya sea mediante el contacto directo como en el caso del sentido del tacto o gracias a la luz cuando se trata del sentido de la vista o por las vibraciones del aire en el caso del sentido de la audición, para luego transmitirlos al sistema nervioso central donde se procesan los datos sensitivos y surgen las imágenes perceptivas llamadas también representaciones.



Schopenhauer (1949) en su libro titulado “La cuádruple raíz del principio de razón suficiente” argumenta sobre la percepción y realiza la siguiente descripción de éste proceso:

La impresión de un órgano de los sentidos es ejercida por los objetos exteriores, obrando sobre las extremidades del sistema nervioso, que confluyen y se extienden por nuestro cuerpo, y, a causa de su delgada cubierta, son fácilmente excitables y están abiertos al flujo especial de la luz, del sonido, del olor, etc., pero no por eso es menos sensación, así como las del interior de nuestro cuerpo; por tanto algo esencialmente subjetivo, cuyas variaciones sólo en forma de sensibilidad interior, esto es, de tiempo, o sea sucesivamente llegan a nuestra conciencia. (Pág. 72)

Por lo tanto la percepción tiene su punto de partida en una impresión exterior de los sentidos, que constituyen los datos primarios que posteriormente usará la inteligencia en el proceso perceptivo propiamente dicho como sostiene Schopenhauer más adelante:

Solo cuando la inteligencia –función no de los nervios aislados, sino del cerebro, tan artística y enigmáticamente construido, que solo pesa tres libras y acaso cinco por excepción- entra en actividad, utilizando su forma especial, la ley de causalidad, se opera una importante transformación, pasando las impresiones subjetivas a ser conocimiento objetivo. Entonces concibe, por medio de su forma específica, esto es, a priori, o sea anteriormente a toda experiencia (pues todavía no es posible esta), las impresiones de los órganos sensoriales como efectos que, como tales, deben tener sus correspondientes causas. (Pág. 72)

Según Schopenhauer (1949) este importante paso de las impresiones sensibles de los sentidos a la representación objetiva de la realidad por parte de la inteligencia, se produce gracias a las formas de sensibilidad exterior presentes de igual forma en el intelecto, específicamente el espacio, mediante el cual la inteligencia cumple la siguiente función:

...coloca dicha causa fuera del organismo, pues solo de este modo comprende, percibe lo exterior, cuya posibilidad es el espacio; así es que la pura intuición es la que debe suministrar la base de la percepción de lo empírico. ...esta operación de la inteligencia no es una operación discursiva,



refleja in abstracto, realizada por medio de conceptos y palabras, sino una operación intuitiva y completamente inmediata. Pues por sí sola, es decir, en la inteligencia, se representa lo objetivo, lo real, el mundo corpóreo que llena el espacio en sus tres dimensiones. (Pág.

Este planteamiento de Schopenhauer (1949) presenta a la inteligencia como el elemento subjetivo encargado de crear la representación perceptiva del mundo objetivo; sin embargo, este filósofo es enfático en señalar que la inteligencia no encuentra una realidad ya fabricada que aprende mediante los sentidos y sus órganos, sino que estos se limitan a suministrar más que la primera materia, que después la inteligencia, por medio de sus formas características, espacio, tiempo y causalidad, transforma en la concepción objetiva de un mundo regido por leyes propias.

Según Schopenhauer (1949) con respecto al sentido de la vista y su papel en la formación de las representaciones basado en los datos inmediatos que se limitan a las impresiones de la retina, que es el punto de partida netamente subjetivo, que solo reside en el interior del organismo y en los límites de la piel, afirma que:

También sin la inteligencia, conoceríamos las sensaciones como variadas y singulares modificaciones de nuestra sensibilidad en la retina, las cuales no se parecerían en nada a las nociones de situación, distancia, proximidad de las cosas que están fuera de nosotros, pues lo que en la visión es obra de la sensibilidad, es solamente una variada afección de la retina, muy parecida al aspecto de una paleta manchada de muchos colores; y nada más que esto quedaría en la conciencia de aquel que, delante de un rico panorama, se sintiese privado repentinamente de la inteligencia, por la paralización del cerebro, y, sin embargo, no perdiese la mera sensibilidad, pues esta es la materia prima de la cual la inteligencia forja luego sus percepciones. (Pág. 78)

A partir de éste primer paso en la percepción que se relaciona con la impresión de los sentidos la inteligencia como partícipe del proceso perceptivo interviene en el mismo de la siguiente manera:



Lo primero que hace es restablecer en su posición normal la impresión de los objetos que hiere la retina en forma invertida, esto es, lo de abajo, arriba. Tal originaria inversión depende de que cada punto de los objetos visibles propaga sus rayos, en línea recta, en todas direcciones, de modo que los rayos que provienen de la extremidad superior se cruzan, en la estrecha abertura de la pupila, con los de la extremidad inferior, por lo cual estos se reflejan arriba, y aquellos, abajo, los de la derecha, a la izquierda, y los de la izquierda, a la derecha. (Pág. 79)

Fundamenta la demostración de estos argumentos partiendo del análisis de los elementos que son netamente sensibles y como éstos mediante la participación de la inteligencia se transforman en representaciones, de la siguiente forma:

El aparato refractor del ojo, o sea la córnea, sirve solo para concentrar los rayos de los objetos visibles, de modo que vayan a herir el estrecho espacio de la retina. Por tanto, si la visión consistiera en una mera sensación, percibiríamos los objetos invertidos, porque así los recibimos; pero los percibiríamos entonces como algo que está en el interior del ojo, porque no pasaríamos más allá de la sensación. Pero, por el contrario, lo que sucede es que aparece la inteligencia y se representa la causa como objeto en el espacio en su posición natural, esto es, en la posición en que despide los rayos, no en la posición en que los rayos entran en la retina. (Pág. 80)

La participación de la inteligencia en la percepción o como éste autor lo entiende en la formación de las representaciones sobre el mundo exterior cumple con las siguientes funciones:

- 1) colocar en su posición normal las imágenes que en la retina se presentan invertidas
- 2) simplificar en un solo objeto la imagen que viene duplicada por la sensación independiente de los dos ojos.
- 3) percibir los objetos tridimensionales ya que la imagen sensitiva en la retina es bidimensional.
- 4) otra operación consiste en el conocimiento de la distancia a que el objeto se encuentra de nosotros.



La demostración que Schopenhauer (1949) plantea sobre estos argumentos, se relacionan con aspectos específicamente fisiológicos, para lo cual cita al doctor Flourens en su obra “De la vie et de l’intelligence” como sigue:

Es preciso que hagamos una importante distinción entre los sentidos y la inteligencia. La sección de un tubérculo determina la pérdida de la sensación, del sentido de la vista; la retina se hace insensible, el iris se paraliza. La sección de un lóbulo cerebral es compatible con la sensación: conserva el sentido, la sensibilidad de la retina, la inmovilidad del iris; no destruye más que la percepción. En el primer caso se trata de un hecho sensorial; en el segundo, de un hecho cerebral. (Pág. 99)

Uno de los experimentos realizados por Flourens permiten separar precisamente la sensibilidad de la percepción. Según éste autor:

Cuando se extirpa el cerebro propiamente dicho (lóbulos o hemisferios cerebrales) a un animal, este animal, pierde la vista; pero con respecto al ojo nada ha cambiado: los objetos continúan pintándose sobre la retina; el iris permanece contráctil; el nervio óptico, sensible, perfectamente sensible. Y sin embargo, el animal no ve: ya no hay visión, porque no hay percepción. El percibir y no el sentir, es, pues, el primer elemento de la inteligencia. La percepción es parte de la inteligencia, pues se pierde con la inteligencia, y por la separación del mismo órgano, los lóbulos o hemisferios cerebrales, y la sensibilidad no ha desaparecido, puesto que subsiste después de la pérdida de la inteligencia y separación de los lóbulos o hemisferios. (Pág. 100)

Como podemos plantear de acuerdo a los argumentos de Schopenhauer (1949) y las demostraciones fisiológicas de Flourens, la percepción inicia con la sensibilidad pero consta posteriormente de dos partes, a decir: la sensibilidad propiamente dicha, que son las impresiones de los sentidos por el mundo exterior; y de la intervención perceptiva de la inteligencia que reorganiza los datos de los sentidos y permite la construcción de las percepciones para la consciencia. parten del análisis de los datos que proporcionan los sentidos y del papel de la inteligencia en la percepción, afirma que la inteligencia es la encargada de construir las representaciones del mundo.



Estudios recientes de la Universidad Autónoma de México publicados en la revista NatureNeurosciencie del mes de diciembre del dos mil doce, confirman estos resultados, ya que mediante experimentos realizados en monos demuestran que la percepción ocurre en el lóbulo frontal del cerebro y no en las zonas sensoriales primarias de la corteza cerebral.

El experimento consistió en que los monos recibieran un estímulo de vibraciones en un dedo y entonces apretaran botones como respuesta, si sentía el estímulo, las neuronas de la corteza frontal se activaban y sabían por adelantado antes de que el mono apretara el botón, que había percibido el estímulo, según la UNAM “el experimento es contundente y demuestra por primera vez cuál es el rol funcional de estas zonas corticales del cerebro y dónde ocurren los procesos finos de nuestra percepción.”

Otros estudiosos del funcionamiento de la mente humana como las investigaciones de Brodmann, también han ubicado en ciertas zonas del cerebro la percepción de las sensaciones realizada en los sentidos, es así que por ejemplo según este científico el área auditiva primaria encargada de la percepción del sonido está ubicada en la parte inferior del surco lateral llamada por él como área 41 y 42 del cerebro, mientras que el lóbulo parietal aloja a la corteza somato-sensorial primaria, compuesta por neuronas relacionadas con el tacto y el lóbulo occipital contiene la corteza visual primaria, localizada en la parte posterior, encargada de procesar la información visual de la retina.

En el libro de anatomía de H.Rouvière (1999) que describe anatómica y funcionalmente el ojo y el cerebro humano, se menciona en un capítulo referente a las áreas de proyección cerebral se afirma que la información procesada retinalmente se transmite al cerebro por los axones ganglionares de los nervios ópticos, uno de cada ojo, por dos vías distintas: la vía primaria a través del sistema genicular estriado; la vía secundaria a través del sistema tectopulvinar.

Sistema genicular estriado: una parte principal de estas fibras alcanza una formación cerebral denominada núcleo geniculado lateral (NGL) situada en el tálamo (cerebro medio), donde sinaptan con neuronas correspondientes.



Las fibras que salen del NGL se abren en forma de abanico y llegan al lóbulo occipital (área posterior del cerebro): área 17 (córtex estriado o corteza visual primaria) y las áreas 18 y 19 (córtex extra estriado o corteza visual secundaria). Las funciones visuales del sistema genicular estriado se especializan en la identificación y reconocimiento de imágenes.

Sistema Tectopulvinar: la otra parte del tracto óptico conduce a una formación en la base del cerebro (cerebro medio) conocida como tecto, mucho más antigua evolutivamente. La parte visual del tecto conecta con el colículo superior, desde donde la proyección sigue más arriba hacia el tálamo, tocando núcleos pulvinar y lateral posterior. Por último, las fibras se encaminan a las áreas visuales del córtex.

Como se puede observar en estos estudios, queda confirmada la participación tanto de los sentidos como del sistema cerebral en la formación de las percepciones del mundo, el contacto de los sentidos con el mundo exterior constituye la primera fuente de información para conocer la realidad objetiva, sin embargo, estos datos no son suficientes, su existencia se explica como un proceso subjetivo de estimulación de partes del propio cuerpo que en sí mismas no proporcionan ningún conocimiento, sino que se transforman en imágenes gracias a la intervención del cerebro y sus distintas zonas de especificación de percepción de los diferentes sentidos.

De estos resultados obtenidos es posible establecer dos aspectos significativos que pueden ser usados a modo de premisas para el desarrollo del concepto de percepción:

-en la descripción fisiológica de la percepción intervienen los sentidos y el cerebro o sistema nervioso central, los primeros como aportadores de datos sensibles y el segundo como transformador de estos datos en imágenes, sonidos, cualidades, etc.

-las percepciones son imágenes representativas del mundo que nos permiten tener consciencia de su existencia.

2.4. Concepto de percepción



Según los datos anteriormente señalados podemos afirmar que: la percepción es un proceso subjetivo de carácter sensitivo-cerebral mediante el cual se forman las representaciones del mundo objetivo para la conciencia, las mismas que no necesariamente corresponde objetivamente con la realidad.

3. ¿Qué es un hecho?

3.1. Antecedentes

La noción básica de hecho que se ha mantenido a través de la historia con sus respectivas variantes y consideraciones propias de cada corriente filosófica, es la que señala Mora (1994) en su diccionario de filosofía, planteando que:

Se dice de algo que es un hecho cuando está ya efectivamente hecho (factum), cuando está ya cumplido y no puede negarse su realidad (o su haber sido real). Se dice por eso que los hechos son los hechos, que una cosa son los hechos y otra cosa muy distinta la idea de hecho... (Pág. 1487)

Sin embargo, a pesar de que desde la antigüedad se ha tratado con este concepto, son las escuelas contemporáneas las que han realizado un abordaje más detallado y exacto de su significación y uso, que a continuación se detalla.

Husserl en su desarrollo de la fenomenología plantea la existencia de hechos y esencias que se diferencian entre sí pero que tienen el carácter de inseparables. Los hechos se caracterizan por pertenecer al campo de estudio de las ciencias empíricas, que se caracterizan por su facticidad, se explican por una relación de causalidad. Las esencias por su parte establecen el eidos de los hechos, pues estos según Husserl, al tener el carácter de contingentes requieren de una esencia que las determine en su inmanencia. De esta manera las verdades de hechos se subordinan a las verdades eidéticas.

Los existencialistas especialmente Heidegger y Sartre establecen la distinción entre hecho en contraposición a lo meramente pensado y hecho en sentido existencial. Su famosa máxima existencialista de que la existencia precede a la esencia, establece que la facticidad es el modo de ser en el mundo, que se caracteriza por su perpetua contingencia, de manera que no puede determinar el ser de ningún individuo y que tampoco la facticidad se establece por una



esencia pre-constituida antes del mundo, sino que es en el mundo que el proyecto de hombre se desarrolla y establece, sin llegar a una realización total.

Wittgenstein por su parte en su obra titulada como “Tractatus lógico-philosophicus”, establece las siguientes consideraciones: El mundo es la totalidad de los hechos, no de las cosas; El mundo está determinado por los hechos y por haber todos los hechos; Los hechos en el espacio lógico son el mundo; El mundo se divide en hechos. Según estas determinaciones que plantea este autor respecto a los hechos, éstos se caracterizan por ser entidades no verbales ni intelectuales, sino que están presentes en el mundo, en cuanto éste existe fuera de toda determinación subjetiva.

Russel en su libro titulado “El conocimiento humano” establece similar planteamiento, sin embargo sostiene que el concepto de hecho solo puede ser definido de manera ostensiva, estableciendo que todo lo que está en el mundo es un hecho. Es así que señala como ejemplos de hechos al sol, si tiene dolor de muelas igualmente dicho dolor es un hecho y si realiza una afirmación, el que lo haga la determina como un hecho, y si es verdadera, hay un hecho adicional en virtud del cual es verdadera. Esta significación de hecho se enmarca dentro del realismo y que según Russel, hechos físicos como la gravedad, no dependen en ningún modo de nuestras voliciones e incluso de nuestra existencia. Señala también que la existencia objetiva de los hechos se demuestra por la necesidad que tienen los organismos de adaptarse al mundo de los hechos y no a la inversa.

Una clasificación muy interesante sobre el concepto de hecho es la que realiza Max Scheler que establece tres grupos distintos de hechos, a saber: 1) los hechos dados en la concepción natural del mundo; 2) los hechos tratados por la ciencia, y 3) los hechos fenomenológicos. Dentro del primer grupo están todas aquellas concepciones del sentido común determinadas por las percepciones de los individuos dotados de sentidos y órganos de percepción, es para este autor como la visión ordinaria del mundo.

Así también, los del segundo grupo son los hechos que estudian las ciencias que son tratados en base a concepciones intelectuales tales como la ley de causalidad mediante la cual la ciencia trata de explicar todos los hechos del



mundo. El último grupo de hechos constituyen para este autor, los hechos en su estado puro, es decir anterior a toda reflexión y análisis conceptual, tienen la cualidad de ser originarios previos a toda construcción e interpretación, que son únicamente aprendidos por la “experiencia fenomenológica” o “intuición fenomenológica”

3.2. Aproximación al concepto de hecho

Desde los orígenes de la civilización el hombre ha tratado de comprender los fenómenos del mundo, en este proceso, que continúa y continuará a través del tiempo, ha demostrado encontrarse ante acontecimientos que necesitan ser explicados en base a ciertos principios que los deslinden de la mera interpretación y construcción subjetiva. La visión antropomorfa de las fuerzas naturales por ejemplo, que en la antigüedad explicaba que fenómenos como la salida del sol o la caída de un rayo estaban determinados por la acción voluntaria de los dioses, proporcionó una visión subjetiva del mundo, la misma que fue desechada el momento que fueron descubiertas la acción de la gravedad y de la electricidad como causas de dichos fenómenos.

Dicho desprendimiento del elemento meramente subjetivo en la explicación de lo que acontece en el mundo, fue la primera acción en el desarrollo del conocimiento objetivo, que trata de descubrir “dentro” de los fenómenos las explicaciones que justifiquen su existencia, de ésta manera tiene su génesis el desarrollo del concepto de hecho, ya que en su forma más básica es entendido como un acontecimiento que tiene lugar en el mundo y existe en sí mismo como una realidad innegable y manifiesta.

Sin embargo en la actualidad con el avance de la investigación científica en los campos de la física cuántica, se ha llegado a reconocer que en el estrato del ser conformado por los átomos y sus componentes, es imposible desprender de la explicación de fenómenos atómicos la participación de los elementos subjetivos, estos resultados deben llevar a la reformulación de la interpretación que damos al concepto de hecho, sobre todo en el sentido que cabe la pregunta sobre la posibilidad de encontrar casos dentro de los cuales se pueda hablar de la independencia absoluta entre el sujeto y el objeto o de plantear de



hasta qué punto la objetividad se forma sin participación del sujeto cognoscente.

Por otra parte dentro de este trabajo de investigación no se toma en consideración los resultados de las investigaciones en la física cuántica, sin embargo, es necesario considerar que existen casos, dentro de los cuales, no es clara la separación entre las características que presenta un hecho cuando es percibido y cuando no lo es, que deben ser tomadas en cuenta al momento de definir un hecho.

Russel (1983) sostiene que en cuanto al concepto de hecho, es posible únicamente una definición ostensiva, que él señala como “a todo lo que hay en el mundo,” también afirma que los hechos son el requisito mediante el cual un enunciado puede considerarse como verdadero o falso, si un enunciado tiene un hecho que lo confirme este debe ser determinado como verdadero.

Esta definición de hecho, sin embargo, no toma en cuenta el papel que tiene la percepción cuando nos referimos “a todo lo que hay en el mundo”, se considera que aquello que hay en el mundo es independiente del proceso perceptivo, que su existencia es inmanente y no obedece, ni requiere ninguna verificación subjetiva.

Sin embargo como se afirmó al inicio del capítulo, la percepción de hechos precede a toda referencia que podamos hacer sobre ellos, inclusive su existencia objetiva no puede ser definida como tal, si en primer lugar no existe una imagen representativa o percepción. Al observar el mundo la actitud normal del sentido común es aceptar ingenuamente que lo que la representación muestra como un mundo exterior existe por sí mismo, no es un resultado únicamente de nuestra observación, sino que se cree en su existencia independiente y toda descripción que se haga sobre el mundo se la da por un hecho permanente, que subsiste después de la observación.

Esta actitudes cuestionable, ya que es posible encontrar ciertos casos dentro de los cuales, hay “hechos” que solo resultan “existentes” cuando se presenta una percepción de los mismos, que la percepción condiciona la descripción que se pueda tener sobre ellos y por tanto, la imagen que formada sobre su



objetividad, la misma que plantea el dilema de si los hechos presentan las cualidades que muestra la representación o difieren de ésta, lo que permite realizar la interrogante de ¿Cómo es el mundo independientemente de la percepción?

Cuando se procede a la observación de un objeto que presenta a la percepción un color determinado, es posible afirmar en una proposición, que, A tiene la cualidad B, particularmente, por ejemplo, el caso de la mesa es de color verde. Para comprobar la veracidad de la proposición, basta con realizar la observación que lo confirme. Se puede repetir varias veces dicha observación y lo más previsible es que la mesa mentada presente el mismo color, de modo que ésta constatación del color, permite a modo de premisa inferir de forma lógica, que efectivamente la mesa es verde.

La actitud del sentido común, ante el hecho demostrado por la percepción constante del color verde de la mesa, consiste en aceptar como un hecho objetivo el color, sin embargo, una descripción detallada de la percepción del color permite reconsiderar su objetividad. El estímulo de la luz que viene reflejada del mundo exterior es recibido por el sistema visual en la retina de los ojos. En la retina existen minúsculas células visuales, llamadas fotorreceptores o receptores de luz (15.000 por milímetro cuadrado), especializadas en detectar las longitudes de onda procedentes del mundo objetivo. Estas células son las encargadas de recoger las diferentes longitudes de onda que caracterizan a cada color.

Como plantea la teoría corpuscular, la luz está constituida por fotones o paquetes de energía vibratoria de una determinada longitud de onda, las ondas de luz visibles vibran a razón de 750.000 a 430.000 billones de Hz (Hertz, o ciclos por segundo), se calcula aproximadamente que la frecuencia y vibraciones por segundo en la luz roja es de 4×10^{14} , mientras que en la luz violeta las vibraciones por segundo son aproximadamente de $7,5 \times 10^{14}$. La luz blanca que consiste en la combinación de diferentes luces de colores, al ponerse en contacto con los objetos es absorbida casi en su totalidad como en el caso del color negro o es reflejada en su totalidad en el caso del color blanco.



Si un objeto es observado de color azul es porque absorbe el resto de colores del espectro de luz y refleja este color. En base a esta descripción se puede señalar que el color no es una propiedad de los objetos, estos simplemente reflejan la luz, la misma que no es inherente a su estructura y es la percepción de la longitud de onda de luz reflejada, lo que permite y hace posible la representación del color, en el caso anterior del color verde cuya longitud de onda mide entre 529 y 497 nm.

Se da el caso de los daltónicos por ejemplo que por deficiencias en el funcionamiento de los fotorreceptores no pueden percibir las vibraciones de onda del color verde, por lo que perciben éste color como rojo. Para éste tipo de sujetos, la proposición la mesa es verde sería falsa, puesto que su forma particular de percibir modifica la representación que tiene sobre el color de la mesa, su imagen mental de la mesa es de color rojo, de no estar consciente de su deficiencia visual, puede atribuirle objetividad al color que percibe.

Análogamente ocurre la misma situación con una persona sana que alcanza a ver efectivamente el color verde de la mesa, atribuye dicho color al objeto mesa, pero no reconoce que lo que “ve” es un reflejo, un proceso perceptivo de longitudes de onda. Realizando un ejercicio de imaginación para crear una imagen del objeto antes de ser percibido con un determinado color, es factible imaginar a los fotones reflejados en todas direcciones con su respectiva longitud de onda. Dicho reflejo de los fotones por parte de los objetos, es un suceso que no es percibido directamente, no se ven los fotones dirigiéndose hacia los ojos, sino que es percibido ya su efecto como color de los objetos, en éste caso el color verde de la mesa.

La proposición correcta por ende será A refleja B y no A tiene la cualidad B, porque ésta propiedad es el resultado de un proceso subjetivo que muestra un objeto coloreado y no un reflejo del color como ocurre en la realidad. Es pertinente plantear otro ejemplo, partiendo de un caso imaginario, en el que se supone al órgano visual con otras determinaciones fisiológicas con las mismascualidades y estructura que la de los perros, quienes perciben la realidad en blanco y negro, se percibiría la mesa ya no de color verde, sino con otra gama de color y se afirmaríase por lo tanto, igualmente tomando como base



dicha observación (en la representación de la mesa) que la mesa es un determinado color.

Por ende para que un hecho sea interpretado objetivamente es indispensable como requisito principal, depurarlo de todo elemento subjetivo, ya que en la percepción del mundo el sujeto conocedor aporta con cualidades que no son trascendentes, ya que no rebasan el interior de su estructura cerebral y perceptiva.

En base a estos argumentos se presenta la posibilidad de criticar la definición propuesta por Russel (1983) de los hechos como “Todo lo que hay en el mundo” porque esta definición no reconoce el papel del sujeto al momento de la percepción, porque dicho proceso aporta con cualidades como los colores, que no son una propiedad objetiva propiamente dicha de las cosas, sino que dependen para su presencia de la participación de la representación. Al respecto es muy ilustrativa la pregunta de que si en un bosque cae un árbol y no existe un sujeto que lo perciba existe el sonido.

3.3. Desarrollo del concepto de hecho

De lo anteriormente señalado es factible concluir que: un hecho es un acontecimiento de tipo objetivo, es decir, que ocurre en el mundo, independientemente de cualquier percepción.

4. Relación entre hecho y percepción

Al momento de referirse al mundo, se parte de un mundo percibido en la consciencia, que es la primera evidencia que se tiene de su existencia, es dentro de la percepción que el mundo adquiere su sentido y significado primario para el hombre, convirtiéndose en el punto de partida para el proceso de conocimiento, de tal modo que su privación reduciría al mundo a una pura entelequia (cosa irreal).

En un primer momento del contacto perceptivo con la realidad, no se encuentra un mundo de hechos aislados de la percepción, la objetividad es una determinación posterior producto de la reflexión, cualquier mención a los



hechos tiene su génesis en una operación subjetiva sensitivo-cerebral que al mostrar en primer lugar, una representación del mundo, presupone posteriormente la existencia de un mundo exterior, al cual dichas representaciones pertenecen como efecto de su interacción con el sujeto cognoscente.

El mundo exterior será siempre la causa de las percepciones -excepto en casos patológicos dentro de los cuales se producen alucinaciones o espejismos- y esta conexión constante entre el mundo interior y exterior, es la que remite a buscar la explicación y justificación de los fenómenos de la naturaleza en sí misma y no simplemente en razonamientos subjetivos, porque al percibir el mundo se advierte que algunos fenómenos, como la caída de los cuerpos, no dependen de procesos subjetivos, sino que obedecen al funcionamiento intrínseco de las cosas, de lo contrario al no producirse dicho reconocimiento el papel del sujeto cognoscente en el mundo adquiriría la cualidad de omnipotencia.

Es posible refutar esta afirmación recurriendo a los resultados de la física cuántica dentro de los cuales la observación modifica los fenómenos atómicos como la posición de los electrones; sin embargo cuestiones como las fuerzas que cohesionan los componentes del núcleo atómico son independientes del sujeto cognoscente.

Como se ha señalado anteriormente en este capítulo -y quizá es uno de los puntos que sirven de fundamento a toda la reflexión sobre el tema tratado- la percepción precede a los hechos no como un agente creador de la realidad del mundo sino como plantea Merleau Ponty (1975) “Buscar la esencia de la percepción es declarar que la percepción no se presupone verdadera, sino definida para nosotros como acceso a la verdad.” (Pág. 27). Es viable plantear que el conocimiento del mundo es como una casa, la misma que tiene como puerta de ingreso la percepción, que constituye el primer material con el que se entra en contacto con el mundo exterior. Es gracias a la experiencia de la percepción que el mundo se muestra como existente.

Se puede afirmar que mientras soñamos también tenemos percepciones, sin embargo, logramos distinguirlas como fenómenos oníricos que ocurren dentro



del sujeto y no tienen un valor objetivo, porque precisamente durante la vigilia se reconoce su carácter insustancial, ya que se sabe de forma inmediata en la experiencia de contacto con los hechos, que toda percepción debe remitirse a su causa, de la que se tiene constancia, por ejemplo, siendo conscientes de su valor pragmático o desde su facticidad como señalan también los fenomenólogos.

Es por eso, que Schopenhauer (1949), resalta el papel de la inteligencia en la percepción, porque gracias a su participación, una impresión sensible percibida como efecto, es interpretada como causa exterior, la misma que se identifica como parte del mundo que funciona movido por sus propias leyes objetivas.

Por lo tanto hay una estrecha relación que crea un vínculo inseparable entre hecho y percepción en distintos niveles:

1. Las percepciones como punto de partida para acceder a los hechos.
2. Las percepciones como criterio que evidencian la existencia objetiva del mundo.
3. La percepción como preámbulo de referencia a los hechos que otorgan a éstos su sentido y significado inicial, que es el punto de partida para todo conocimiento.
4. La necesidad permanente para la comprensión de la realidad, de que percepciones y hechos se vinculen en una experiencia concreta.
5. La compatibilidad entre hecho y percepción como requisito que permite una existencia “normal”

Con respecto a este último punto se presenta un ejemplo dentro del cual la falta de compatibilidad entre hecho y percepción deteriora la capacidad de los sujetos para llevar una vida “normal”. Los pacientes psiquiátricos afectados de paranoia, enfermedad dentro de la cual la patología consiste en la sensación acompañada de percepciones de ser perseguido constantemente y de que las “personas” que lo asechan tienen la intención de matarlos.

Este trastorno tiene graves repercusiones para la vida de los sujetos que la padecen, que va desde pérdidas de oportunidades de trabajo, aislamiento



extremo y suicidio. Un caso comentado por el doctor Felipe Vega psiquiatra del Instituto de Seguridad Social, menciona la constante sensación de persecución de un paciente que llevada a niveles aberrantes, mientras circulaba por una carretera le llevo a creer que lo perseguían para matarlo y para no darles el “gusto” de hacerlo se bajo en una gasolinera se rocío combustible y se auto-incineró.

5. Fenomenología de la percepción

5.1. Introducción

La fenomenología, corriente filosófica inaugurada por Husserl, constituye una de las principales escuelas del pensamiento occidental de inicios del siglo veinte, que han creado un sólido armazón de ideas con el cual se sostienen algunos sistemas de pensamiento como son el Existencialismo y la teoría de la Gestalt, sin los cuales no se puede entender el desenvolvimiento del quehacer reflexivo en este período, su importancia radica en aspectos como “salvar” a la filosofía del escepticismo y el idealismo reinante en finales del siglo diecinueve y reivindicar la reflexión filosófica frente al menoscabo recibido a partir del positivismo y el desarrollo de la ciencia.

La fenomenología en su interpretación más básica consiste en una vuelta al mundo de los fenómenos, un reencuentro con la fuente no solo del conocimiento sino de la vida y se dice reencuentro, porque es el preámbulo que los fenomenólogos mencionan en sus disertaciones, exigen la denominada epojé o suspensión de todo juicio y conocimiento establecido como paradigma para tener acceso a la esencia de los fenómenos, esencias que a diferencia de anteriores concepciones resitúa en la existencia, que consiste en entender al hombre y el mundo dentro de su facticidad, es decir, desde su manera de ser en el mundo.

Al respecto Merleau Ponty (1975) sostiene en la introducción de la fenomenología de la percepción que: “Es el ensayo de una descripción directa de nuestra experiencia tal como es, sin tener en cuenta su génesis psicológica ni las explicaciones causales que el sabio, el historiador o el sociólogo puedan darnos de la misma” (Pág.18) de esta forma la fenomenología entiende el mundo –y en esto es la superación de todo idealismo- como preexistente a



toda reflexión que podamos hacer sobre él, el sujeto no tiene ningún poder constituyente sobre un mundo por constituir y construir, simplemente tiene la tarea en primer lugar de describir los acontecimientos del mundo y mediante la reducción fenomenológica acceder a las esencia de éstos.

Este nuevo método para sumergirse en los hechos, se reconoce como el volver “a las cosas mismas” de las cuales la ciencia es expresión segunda como afirma Merleau Ponty (1975) y que no puede tener el mismo sentido que estos, porque es simplemente una forma de explicarlos.

Yo no soy un ser viviente, ni siquiera un hombre o un consciencia, con todos los caracteres que la zoología, la anatomía social o la psicológica inductiva perciben en estos productos de la naturaleza o de la historia: yo soy la fuente absoluta, mi existencia no procede de mis antecedentes, de mi medio físico y social, es ella la que va hacia éstos y los sostiene. (Pág. 39)

Es así que la fenomenología supera cualquier reducción científica del sujeto a mero objeto de conocimiento y el desconocimiento de la experiencia personal generadora de sentido del cual cualquier reflexión es consecuencia y no causa. Es por estas razones que Ponty (1975) plantea que:

Volver a las cosas mismas es volver a este mundo antes del conocimiento del que el conocimiento habla siempre, y respecto del cual toda determinación científica es abstracta, signitiva y dependiente, como la geografía respecto del paisaje en el que aprendimos por primera vez qué era un bosque, un río o una pradera. (Pág. 48)

Es por estas razones que desarrolla la fenomenología de la percepción como una forma de volver los ojos sobre el sujeto y el mundo en su experiencia concreta, pues cada individuo tiene el acceso directo para saber qué es lo que la consciencia y la percepción significan, no únicamente como un resultado de procesos físico-químicos, sino también como una vivencia concreta, que vincula directamente con el mundo manifiesto en el cual somos, pues “estamos dados a él” porque según M. Ponty (1975) la ciencia se apoya en un suelo de postulados y, finalmente, en la comunicación subjetiva con el mundo como primer establecimiento de la racionalidad.



Bajo estos argumentos, para entender la percepción, es necesario partir de un desprendimiento en primer lugar de las concepciones filosóficas que hacen de la percepción un agente creador y de los resultados científicos que anulan el papel de la consciencia en el acto perceptivo, para luego describir la experiencia perceptiva tal cual se presenta en la vida cotidiana y acceder de esta forma a su esencia como resultado de la reducción fenomenológica.

5.2. La sensación y la percepción

El primer prejuicio que según M. Ponty (1975) se encuentra presente en los analistas clásicos de la percepción, es la noción de sensación, a la que entienden como una idea inmediata y clara que al pasarla por alto desentienden el fenómeno de la percepción. Como se planteó anteriormente la sensación ocurre en los órganos de los sentidos, es un proceso de carácter subjetivo que ocurre en el interior de cada sujeto en contacto con el mundo exterior. M. Ponty (1975) lo entiende en su forma más básica como “la manera como algo me afecta y la vivencia de un estado de mí mismo”, por ende, para poder experimentarla directamente es requisito tener la posibilidad de experimentar las sensaciones sin intervención de ninguna representación objetiva, es decir, no localizar las causas de las sensaciones en el mundo sino en nosotros mismos, en los sentidos, lo que significaría tener la experiencia directa de la sensación.

Sin embargo para M. Ponty (1975) ésta experiencia es imposible, argumentando que por ejemplo, lo que llamamos verde o rojo para diferenciarse como dos colores, ya tienen una separación de nuestro cuerpo, porque es necesario verlos en un mundo constituido para distinguirlos como colores. Es similar el caso que señalaba Schopenhauer sobre la forma en que la luz afecta nuestra retina, en la que los objetos en cuanto pura sensación en este órgano de la visión se presentan invertidos, por lo que para tener una experiencia pura de sensación deberíamos ver los objetos invertidos.

De esta forma, por carecer la sensación de una experiencia directa M. Ponty (1975) renuncia a definirla como impresión pura –hay que tener en cuenta el papel de la vivencia como fundamento de todo conocer dentro de la fenomenología- y establece que a pesar de que ver es poseer colores o luces,



oír es poseer sonidos, sentir es poseer unas cualidades y para saber lo que es sentir interroga ¿no bastará haber visto rojo u oído un la? A lo que responde que el rojo o el verde no son sensaciones son unos sensibles; la cualidad no es un elemento de la consciencia, es una propiedad del objeto.

Usando estos argumentos establece el primer resultado del análisis de la percepción, afirmando que no existe un sentir puro de estas cualidades, sino que cada una de ellas ya tiene sus propias significaciones, es decir, toda percepción no se remonta a únicamente a una sensación de carácter subjetivo, no se viven las cualidades en sí mismas como productos de la acción del mundo exterior sobre los sentidos, más bien al percibir se refiere inmediatamente éstas al mundo del cual parten.

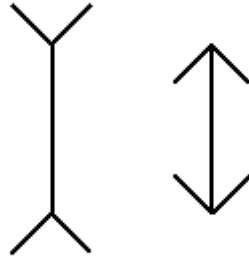
Por lo tanto la interpretación clásica de la sensación como captación inmediata de una cualidad no puede ser defendida, porque no existe ninguna experiencia que la respalde, ésta solo se funda, según M. Ponty (1975), por el prejuicio que tenemos del mundo, “al creer que sabemos que es sentir, ver u oír porque la percepción nos da objetos coloreados o sonoros y al analizarla transportamos estos objetos a la consciencia”, este error no permite comprender que la consciencia siempre es consciencia de algo y que este algo no tiene porque ser un objeto identificable.

Cuando se observa el mundo, plantea este autor, existe un campo visual, que es el contexto dentro del cual se realizan las percepciones y está delimitado por la capacidad de la retina por las impresiones que la luz provoca en su estructura, de modo que no se percibe más que lo que la capacidad perceptiva muestra, no hay un mundo de cualidades que se presentan inmediatamente, sino que existe un acceso a él mediante este campo visual. Es por eso que se producen ciertas ilusiones ópticas como la ilusión de Muller-Lyer (fig. 1) en la que dentro del campo visual aparecen como líneas desiguales por el contexto particular en la que son percibidas. Como señala M. Ponty en el mundo objetivo no se presenta dichas cualidades sino que únicamente al momento de ser captadas no hay una correlación con los objetos exteriores.



Figura N°1

Título: Ilusión Muller-Lyer



Fuente: Enciclopedia Encarta

Estas dos figuras dentro del “campo visual” aparecen como desiguales pero si tomamos una regla y medimos los dos segmentos advertimos que se trata de una ilusión porque los dos son exactamente iguales. Esta ilusión demuestra que existe un contexto dentro del cual las cualidades objetivas no son percibidas de forma inmediata sino que existe –como plantea la Gestalt- un reordenamiento de los datos de los sentidos siguiendo el principio de que el todo no es la suma de las partes, el resultado de la percepción no responde a un agregado de cualidades sino a una estructura –disposición y orden de las partes dentro de un todo- en la cual, cada una de las partes juega un papel determinante, es decir, que en esta ilusión si retiramos las líneas de los extremos que están dibujadas hacia adentro y hacia afuera, dejamos de percibir las líneas verticales desiguales.

En palabras de M. Ponty (1975) esto obedece a que la percepción “...ha de entenderse como un producto de integración en el que no se copia de nuevo, sino se constituye, el texto del mundo exterior” Esta parte de la fenomenología de la percepción es muy importante, ya que reivindica al sujeto, ya no al modo que hicieron lo idealistas kantianos que aislaron del mundo la consciencia, sino al interpretarlo como una entidad constituida y configurada por una estructura – que forma parte del mundo que está manifiesta en él y por él- que no obedece simple y únicamente a procesos de carácter físico-químicos como quiere hacer ver la fisiología, que lleva a la ciencia según este autor a construir un “simulacro de la subjetividad”



5.3. Resultados del análisis teórico

Partiendo de la exposición de ideas realizada en este capítulo, es necesario establecer los resultados que servirán de fundamento del análisis posterior a la luz de la teoría de la relatividad. Los conceptos principales que se han desarrollado, a saber, el de percepción y hecho, representan los elementos principales dentro de la teoría del conocimiento que se considera pueden tener una perspectiva y una interpretación diferente, tomando como fundamento los resultados de las ideas de Einstein en la teoría de la relatividad.

El concepto de hecho tal como se le ha tratado en este capítulo, tiene una característica unilateral tanto en el método de análisis como en el desarrollo del concepto, mientras que no ocurre lo mismo con el concepto de percepción, su desarrollo se divide en dos partes, cada una de las cuales, tiene su característica propia ya que obedecen a dos métodos diferentes de análisis.

El concepto propiamente dicho, que se presenta en la primera parte, tiene como antecedentes consideraciones de tipo fisiológico presentes en las ideas de Schopenhauer y en otros estudios en torno a la percepción que tienen como finalidad principal establecer los dos momentos claves de la percepción, en cuanto proceso conformado por los datos de la sensibilidad y la construcción de representaciones en el sistema nervioso central tomando en cuenta los fundamentos causales de la percepción -en cuanto el sujeto en su existencia participa de los fenómenos materiales y tiene su fundamento en éstos sin quedar reducido a ellos- mientras que la segunda parte, en la que se trata la percepción según el método de la fenomenología trabajado por Merleau Ponty, considera la percepción como un fenómeno anterior a toda reflexión y toda explicación causal, realiza una descripción de la percepción tal como se presenta inmediatamente en la consciencia, como el fundamento desde el cual debe entenderse la percepción, considera únicamente el dato vivencial como criterio para la reflexión que lleve a su esencia.

Es así que estas dos partes del análisis pueden resultar contrastantes, ya que lo que es característica en la una -los resultados de la fisiología- son ajenos a la fenomenología, sin embargo, Schopenhauer también señala que su análisis parte de igual forma de la representación (percepción) como el primer hecho de



consciencia derivando de él el sujeto y el objeto y la participación recíproca que mantienen entre sí. Pero si este argumento no es suficiente y válido, es posible limitarse a usar aspectos y resultados de ambas teorías que no se excluyen ni se contradicen, a saber:

- La representación como el producto de un proceso sensitivo-cerebral mediante el cual nos formamos una imagen del mundo, que nos sirve como criterio para establecer la concordancia entre una teoría y los hechos que trata de explicar.
- La percepción según la fenomenología como producto de integración en el que no se copia de nuevo, sino se constituye una representación –de acuerdo al contexto de percepción- del mundo exterior.

Bajo estas dos características de la percepción, que contienen implícitamente la interpretación de ésta como la formación en la consciencia de una imagen del mundo, en la primera como resultado de un proceso fisiológico que determina ciertas cualidades y características de la percepción que es una consideración material, mientras que la fenomenología como un análisis formal de la percepción, que permite amplificar las consideraciones causales de la ciencia.



Capítulo II

1. La Teoría de la Relatividad Especial y General

1.1. Antecedentes

Remontándose a la historia del pensamiento occidental se encuentran en los albores de la filosofía los primeros bosquejos dentro de los cuales se acuña alguna idea primaria, de carácter muy básico en torno a la interpretación relativista de la realidad. Por ejemplo el aforismo de Heráclito sobre el agua del mar, la misma que es beneficiosa para los peces y perjudicial para el ser humano, contiene el principio fundamental de la relatividad entendida como la diferencia que existe en la interpretación de hechos de acuerdo al sujeto que la percibe. De igual forma los sofistas al manifestar que el hombre es la medida de todas las cosas asumen una interpretación relativista de la realidad.

Según el diccionario filosófico de Ferrater Mora (1994) el relativismo así entendido constituye una “Tesis epistemológica según la cual no hay verdades absolutas; todas las llamadas verdades son relativas, de modo que la verdad o validez de una proposición o de un juicio dependen de las circunstancias o condiciones en que son formulados” (Pág. 3059) Sin embargo estas consideraciones se mantienen dentro del plano filosófico, ya que avanzadas las investigaciones sobre la teoría de la relatividad una vez establecidos los principios de la ciencia, especialmente con los trabajos de Einstein, dicha teoría alcanzará proporciones y significados diferentes, encaminada en primer término a evitar el factor relativo en la interpretación de los hechos, como señala Russell (1985):

...es posible sostener que todo en el mundo físico es relativo a un observador. Esta idea, verdadera o no, no ha sido adoptada por la teoría de la relatividad. (...) Crean que la nueva teoría prueba que todo en el mundo físico es relativo, cuando en verdad es todo lo contrario. Intenta excluir lo relativo y llegar a una formulación de las leyes físicas que no dependan en ningún sentido de las circunstancias del observador. (Pág. 16)

Es por eso que dentro de la física la relatividad adquiere connotaciones diferentes como señala Spagnolo (2009) “La palabra relatividad, en la física, tiene un significado en relación con las medidas y éstas se relacionan con un



sistema de referencia. Que la posición de un cuerpo tenga como vector posición a $r=r(x, y, z)$ significa que tiene esas componentes respecto de un cierto sistema de referencia” (Pág. 10) es decir la relatividad se entiende como la medición dentro de cierto contexto, en el cual los hechos medidos adquieren sus cualidades específicas.

La relatividad se basa en la diferencia de perspectivas que existe dentro de cada observación de acuerdo a la posición y condiciones del observador, sin embargo, como señalaba Russell la física no se limita a reconocer este factor diferente en las observaciones que podamos hacer sobre los fenómenos, sino que trata de encontrar las leyes que expliquen éstos independientemente de las variaciones producidas en cada observación.

Con relación a lo anteriormente señalado los primeros tratados sobre la relatividad se remontan a los trabajos realizados por Galileo para quien según Ferrater Mora (1994):

El movimiento de un sistema dado, A, era medido en relación con el otro sistema dado, B, en movimiento uniforme respecto a A. Ello es posible, según la mecánica clásica, porque hay dos sistemas de referencia absolutos dentro de los cuales se efectúan las mediciones: el espacio (siempre similar e inmóvil) y el tiempo (fluyendo uniformemente sin relación con nada externo) (Pág. 3057)

Galileo Galilei en el siglo XVII establece los postulados sobre los principios fundamentales de lo que se conoce como teoría clásica de la relatividad, la misma que consiste en la interpretación del movimiento de los cuerpos de acuerdo a un sistema de referencia escogido arbitrariamente, que plantea las semejanzas que se presentan en la interpretación del movimiento en relación a los sistemas de referencia que se usen para medirlo, con la principal consideración de la física clásica que entiende el tiempo como un valor absoluto, que junto con el espacio constituyen el marco de fondo dentro del cual suceden los hechos físicos, es decir el tiempo y el espacio son dos entidades ajenas a los cambios que ocurren en los fenómenos físicos, ya que no se modifican con estos sino que permanecen invariables.



En sus obras “Diálogo sobre los principales sistemas del mundo” (1632) y “Diálogos acerca de Dos Nuevas Ciencias” (1636), estableció las características de los sistemas de referencia inerciales o “galileanos”, es decir sistemas de referencia con movimiento rectilíneo uniforme en los cuales no se presenta ningún tipo de aceleración como por ejemplo una nave que va a la deriva en el espacio sin realizar giros en torno a su propio eje, según Resnick (1976) la tierra también constituye un sistema de referencia inercial ya que son despreciables los efectos de aceleración producidos por la rotación de la tierra. Estas consideraciones sobre los sistemas de referencia inerciales serán muy importantes posteriormente ya que dentro de la teoría de la relatividad especial se trata sobre el estudio de hechos físicos dentro únicamente de este tipo de sistemas inerciales.

Galileo realizó experimentos con cuerpos en movimiento relativo y planteó la relación existente entre las mediciones sobre un hecho y el sistema de referencia que se use para su medición, estableciendo el enunciado que se conoce como principio de la relatividad de Galileo “Las leyes físicas tienen la misma forma en todos los sistemas de referencia inerciales” lo que según Spagnolo (2009) equivale a decir “Todos los sistemas inerciales son físicamente equivalentes”. De modo que los resultados dentro de dos sistemas inerciales de referencia son iguales en lo que respecta al tiempo y al espacio y como señala Resnick (1976) si a los resultados de la medición del tiempo y el espacio como absolutos iguales para todos los observadores inerciales:

...se aplica la suposición clásica de que la masa de un cuerpo es una constante, independientemente de su movimiento con respecto al observador entonces se puede concluir que: de acuerdo con la mecánica clásica y las transformaciones galileanas, las tres cantidades básicas en la mecánica, longitud, masa y tiempo, son independientes del movimiento relativo de quien mida. (Pág. 20)

En base a estos resultados que plantea la relatividad clásica también surgen otros aspectos a considerarse dentro del movimiento relativo, como es por ejemplo la inexistencia de ninguna forma que permita establecer la velocidad absoluta de un sistema inercial de referencia, basados en experimentos



mecánicos, ya que dentro de los sistemas de referencia que se usen las mediciones no cambian exceptuando la velocidad.

Como señala Resnick (1976) “Ningún sistema inercial es preferible a cualquier otro, pues las leyes de la mecánica son las mismas para todos. Por lo tanto no existe ningún sistema en reposo absoluto, físicamente definible” por ejemplo un sujeto que va en tren no tiene la posibilidad de establecer si solo él está en movimiento, o si ningún otro objeto se mueve en la Tierra o si quizá hay una combinación de movimientos.

Al respecto Resnick (1976) señala el siguiente ejemplo: “en efecto, ¿podría usted decir si está en reposo sobre la Tierra, o si se está moviendo a 30km/s (o sea, la velocidad con que la Tierra gira alrededor del sol, o bien, si se mueve a una velocidad todavía mayor, por ejemplo, la velocidad a que se desplaza el sol en su órbita en torno al centro de la galaxia)?” (Pág. 25) según el mismo autor es imposible realizar un experimento mecánico que nos permita establecer el movimiento y la velocidad absoluta a través del vacío. De esta forma cuando se habla de la imposibilidad de hablar de movimiento y velocidad absoluta y sólo es posible afirmar el movimiento relativo de un sistema respecto a otro, se denomina relatividad newtoniana.

Newton en base a los resultados de su investigación estableció también un principio de la relatividad que afirma que: “Los movimientos de los cuerpos en un espacio dado son los mismos entre sí, independientemente de que ese espacio esté en reposo o se desplace uniformemente en línea recta” es decir, como señala Resnick (1976)

...las leyes de transformación cambiarán muchas cantidades pero dejarán algunas otras invariables. Por ejemplo en las leyes de transformación galileanas, que relacionan las observaciones hechas en diferentes sistemas inerciales de referencia, la aceleración es una invariante...e igual lo son las leyes newtonianas del movimiento. Al enunciado de lo que son las cantidades invariantes se le llama principio de la relatividad; éste dice que para tales cantidades, los sistemas de referencia son mutuamente equivalentes, sin que ninguno tenga una posición absoluta o privilegiada con respecto a los otros. (Pág. 25)



Otro de los puntos a considerar como antecedente importante a tener en cuenta en la teoría de la relatividad formulada por Einstein, es lo que hace referencia al electromagnetismo y la relatividad newtoniana, en la que se considera lo anteriormente señalado en relación con la electrodinámica, es decir, se establecen las preguntas si otras leyes de la física que no tengan las cualidades de la mecánica (sobre todo las leyes del electromagnetismo) de igual forma son invariantes bajo una transformación galileana.

Como señala Resnick (1976) de darse este caso entonces:

...el principio de la relatividad newtoniana se aplicaría no únicamente a la mecánica, sino a toda la física. O sea, no se podría preferir ningún sistema inercial a cualquier otro, ni ningún tipo de experimento de la física, no solo los mecánicos, efectuando en un solo sistema, nos capacitaría para determinar la velocidad a que se mueve nuestro sistema con respecto a cualquier otro (Pág. 25)

Lo que significa que no existiría ningún sistema de referencia preferido o absoluto.

Dentro de los problemas del electromagnetismo encontramos detalles que difieren de los mecánicos en lo que respecta a las transformaciones de Galileo, basta con considerar que un pulso de luz que se desplaza hacia la derecha a una velocidad constante, con respecto al medio en el que se propaga, que en las teorías físicas de carácter mecánico de fines del siglo XIX y principios del XX se entendía por éter, ya que para estas teorías era inconcebible que la luz pueda propagarse por el vacío, se pensaba que al igual que las ondas del sonido necesitaban de un medio de propagación (aire) la luz requería de igual forma de un medio similar.

Según la interpretación del éter como medio físico inercial en el cual se propaga a luz, las mediciones sobre su velocidad variarían de acuerdo al movimiento del observador basándose en las transformaciones galileanas de la velocidad, es decir, un observador que con velocidad x se mueva en dirección contraria al impulso de luz, mediría una velocidad mayor de este impulso en relación a otro observador que se moviera en el mismo sentido que el impulso de luz.



De esta forma según las transformaciones de Galileo la velocidad de la luz es entendida como una variante de acuerdo al sistema de referencia que se use para medirla, sin embargo si estas transformaciones se aplican a los fenómenos ópticos o a los electromagnéticos, se entiende que existirá un sistema inercial, en el cual la velocidad de la luz tendrá una velocidad constante c , es decir como señala Resnick (1976)

...habrá un sistema inercial único donde el llamado éter estará en reposo. Entonces se tendría una manera física para identificar un sistema absoluto (o en reposo) y determinar, mediante experimentos ópticos efectuados en algún sistema, la velocidad relativa de este sistema con respecto al sistema absoluto (Pág. 25)

Pero como ya mencionábamos anteriormente la relatividad newtoniana establece que no existe un sistema inercial de estas características sino que todo movimiento es relativo.

Bajo estas consideraciones, existe lo que se conoce como las ecuaciones de Maxwell sobre el electromagnetismo, de las cuales se deduce la ecuación de ondas electromagnéticas que establecen la velocidad constante de propagación de una onda plana en el vacío, pero como en las transformaciones galileana esta velocidad no puede ser la misma para diferentes observadores en sistemas inerciales desiguales y que por lo tanto las ecuaciones de Maxwell y los efectos electromagnéticos, no serán probablemente los mismos para diferentes observadores inerciales.

Sin embargo se considera que tanto las ecuaciones de Maxwell como las transformaciones de Galileo son correctas, según Resnick (1976) “se deduce automáticamente que existe un sistema de referencia único y privilegiado (el sistema éter) en el cual son válidas las ecuaciones de Maxwell y la luz se propaga a una velocidad constante c .” (Pág. 26) de esta forma estos dilemas enfrentaron a la física a una situación particular basadas en tres problemas a resolver, fundados en el hecho de que el principio de relatividad galileana si se aplique a las leyes newtonianas de la mecánica, pero no a las leyes de Maxwell de electromagnetismo, dichos problemas en palabras de Resnick (1976) son los siguientes:



1.- Existe un principio de relatividad para la mecánica, pero no para la electrodinámica: en la electrodinámica hay un sistema inercial preferente, es decir, el sistema éter. Si esta alternativa fuera la correcta, se podría aplicar las transformaciones galileanas y también sería factible localizar experimentalmente el sistema éter.

2.- Existe un principio de relatividad para la mecánica como para la electrodinámica, pero las leyes de la electrodinámica como las expone Maxwell no son correctas. Si esta alternativa fuera correcta, entonces se podrían realizar experimentos que demostraran las desviaciones de la electrodinámica de Maxwell y reformular las leyes del electromagnetismo. Las transformaciones galileanas serían válidas aquí también.

3.- Existe un principio de relatividad tanto para la mecánica como para la electrodinámica, pero las leyes de la mecánica dadas por Newton no son correctas. Si esta alternativa es la correcta, necesariamente se podrán realizar experimentos que demuestren las desviaciones de la mecánica newtoniana y entonces habrá que reformular las leyes de la mecánica. En ese caso, las leyes de transformación correctas no serán galileanas (pues éstas no concuerdan con la invariancia de las ecuaciones de Maxwell), sino otras que fueran compatibles con el electromagnetismo clásico y la nueva mecánica.

Estos dilemas que se presentaron en la física, constituyeron los problemas a resolver gracias a los cuales surge la teoría de la relatividad como la respuesta más acertada que permitía solucionarlos. Una de las principales evidencias que en un principio se manifestó, fue que se presumía que a grandes velocidades existían fallas en la mecánica newtoniana por lo que la tercera alternativa presentada anteriormente se mostraba como la verdadera, sin embargo es necesario recorrer todas las alternativas planteadas como una breve introducción a los descubrimientos de Einstein.

Como la teoría de la electrodinámica predecía una velocidad constante c para las ondas de luz, uno de los primeros experimentos desarrollado fue aquel que facilitara la medición de esta velocidad en una amplia gama de sistemas inerciales, para determinar si la velocidad medida es diferente en distintos sistemas, y de serlo así, establecer de igual forma si existe pruebas



experimentales de un sistema único conocido por éter, dentro del cual la velocidad de la luz sea constante.

Según Resnick (1976) bajo los presupuestos de estas ideas señaladas, los científicos Trouton y Noble y Michelson y Morley se encargaron de diseñar los experimentos que demostraran la existencia del éter, siendo el caso de los segundos el hecho más representativo por los resultados que presentaba y por lo tanto es el que se considera dentro de esta investigación. A. A. Michelson y E. W. Morley en 1887 realizaron el experimento para demostrar la existencia del éter, que era entendido como el medio físico por el cual se propagaba la luz. Así como en el aire seco, a cero grados centígrados, la velocidad del sonido es de 331.3 m/seg, medición realizada por un observador y un sistema de referencia correspondiente, los mismos que están fijos en la masa de aire por la que se propaga la onda sonora, que permite aplicar las ecuaciones de transformación de galileo en observadores en movimiento con respecto a dicha masa de aire, se pretendía encontrar un medio físico análogo por el cual se propagara la luz.

Para los físicos del siglo XIX era inconcebible que la luz y otras ondas electromagnéticas pudieran propagarse sin la necesidad de un medio físico, por lo que ante la imposibilidad de poder detectarlo sensitivamente se lo interpretaba con propiedades extrañas como la densidad cero y transparencia perfecta, que ocupaba todo el espacio y que era el medio en el cual la luz tendría la velocidad constante c . Es así que Michelson y Morley diseñaron un objeto denominado interferómetro que permitiera medir los desplazamientos de la luz a través del éter.

El interferómetro está fijo a la tierra en la base de un edificio cercano al nivel del mar, de tal forma que si el éter está fijo en relación al sol, la tierra y junto con ella el interferómetro, se mueve a través del éter a una velocidad de 30km/seg, en direcciones diferentes de acuerdo a la rotación de la tierra en las diferentes estaciones. Según Resnick (1976) el experimento funciona de la siguiente manera:

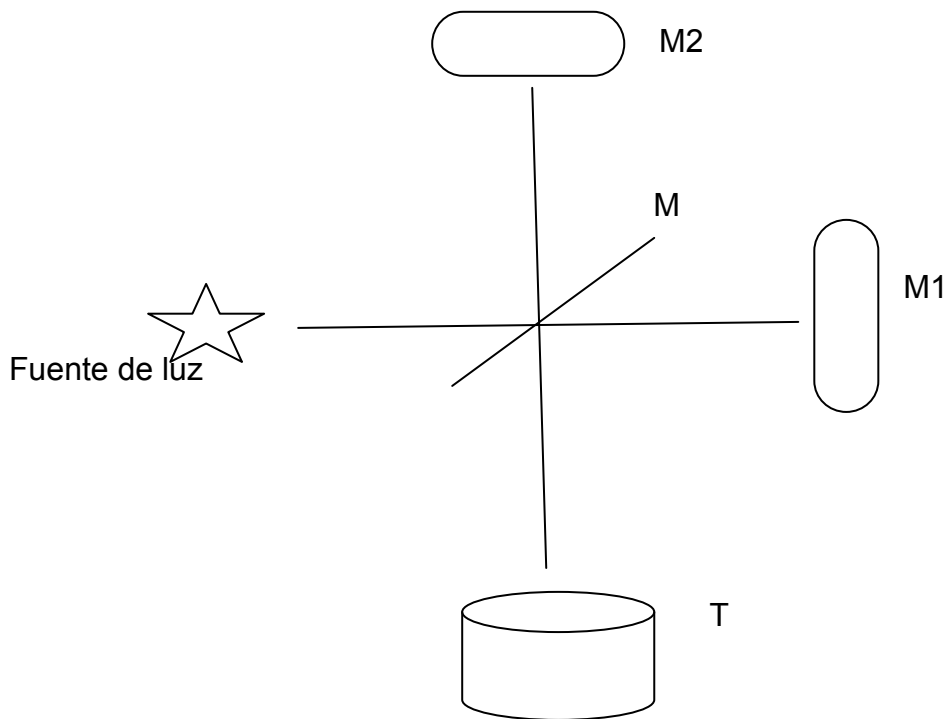
En el laboratorio hay una fuente de luz (fija con respecto al instrumento) que emite un haz (ondas planas o haces paralelos), el cual se divide en dos



haces distintos por medio del espejo semiplatedado M; este espejo deja pasar el haz 1 a través de él, pero refleja el haz 2. Luego, el espejo M1 refleja el haz 1 y el espejo M2 refleja el haz 2, de modo que ambos haces vuelven al espejo M, donde el haz 1 se refleja parcialmente y el haz 2 pasa en forma parcial; en esta forma, los dos haces inciden en el telescopio T, interfiriéndose mutuamente. (Pág. 28)

Figura N° 2

Título: Esquema del experimento MichelsonMorley



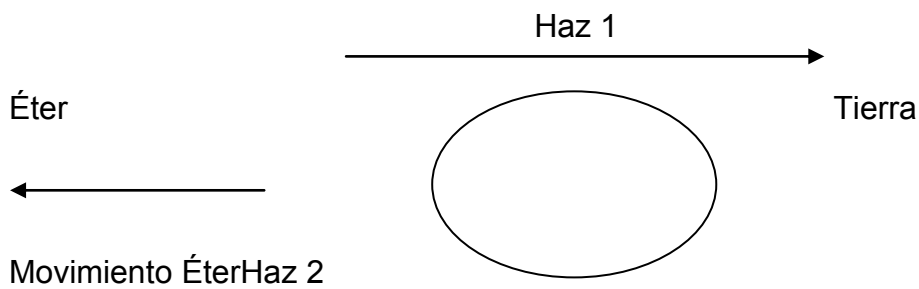
Fuente: Realizado por Carlos Reyes

La hipótesis que pretende demostrar este experimento, es que si la luz se desplaza por el éter, por lo tanto las velocidades de ésta deberán variar de acuerdo al sistema de referencia que se use para medirla. Es así que los haces de luz emitidos y reflejados por los espejos deberían variar su velocidad de acuerdo a la dirección en relación al éter y el movimiento de la tierra, como a continuación se detalla gráficamente:

Figura No 3



Título: Esquema del experimento Michelson y Morley (Fuente: Realizado por Carlos Reyes)



Como el movimiento de la tierra en relación al éter (32km/seg) va en sentido del haz 1 de luz, entonces la velocidad de este último se calcula sumando los 32km/seg más la velocidad de la luz que es 300.000 km/seg, mientras que el haz 1 su velocidad equivaldrá a la velocidad de la luz menos la velocidad de la tierra en relación al éter. De esta forma como la dirección de los haces de luz varía de acuerdo a la posición de la tierra en torno al sol, las mediciones sobre sus velocidades serán diferentes también.

Sin embargo el experimento de Michelson y Morley demostró todo lo contrario, es decir la velocidad de la luz en todas las direcciones medidas fue constante, como señala Russell (1985) en torno a este experimento: "...el experimento Michelson-Morley demostraba que, en relación a la tierra, la velocidad de la luz es la misma en todas direcciones. Es igualmente cierto que la velocidad de la luz es la misma en todas las estaciones del año, aun cuando la dirección del movimiento de la tierra cambie siempre a medida que gira alrededor del sol." (Pág. 31).

Estos resultados representaron un contraste con las fórmulas de transformación de Galileo y permitieron prever resultados insólitos que Russell (1985) explica en el siguiente ejemplo:

Todo el mundo sabe que si se está en una escalera mecánica se llega antes arriba caminado que estando parado. Si la escalera mecánica se moviera con la velocidad de la luz se podría llegar a la cima exactamente en el mismo momento, tanto caminando como estando parado. (Pág. 33)

Así también el mismo autor plantea otro ejemplo en el que, si vamos en un automóvil que se desplaza a una velocidad de 4Km/h y otro vehículo que se adelanta en la misma dirección a razón de 40Km/h, sostiene que:



...si tú y el automóvil mantenéis la distancia, al cabo de una hora ésta será de treinta y seis kilómetros. Pero si el coche se cruza contigo, yendo en dirección opuesta, al cabo de una hora la distancia sería de cuarenta y cuatro kilómetros. Ahora bien, si el automóvil corriera a la velocidad de la luz no habría diferencia entre el momento de cruzarse contigo o el de adelantarse: en ambos casos, al cabo de un segundo, estaría a 300.000 kilómetros de ti. (Pág. 33)

En vista de estos resultados incomprensibles e imposibles a la luz de las teorías clásicas del movimiento, se crearon hipótesis que pretendían salvar la idea del éter -que se desvanecía por los resultados del experimento- y explicar al mismo tiempo los resultados del experimento de Michelson-Morley. La primera hipótesis planteada fue la de Fitzgerald y Lorentz. En 1889 Fitzgerald propuso una hipótesis para explicar el resultado del experimento de Michelson-Morley planteando la posibilidad de la contracción de los cuerpos en la dirección de su movimiento y conservando la idea del éter. Lorentz desarrolló más esta hipótesis, planteando igualmente que todos los cuerpos en movimiento sufren una contracción en la misma dirección de su movimiento con respecto al éter estacionario.

Así también se desarrolló la hipótesis del arrastre del éter, que consistía que el sistema de éter estaba unido a todos los cuerpos de masa finita, es decir, que era arrastrado junto con dichos cuerpos. Esta hipótesis era atractiva porque no modificaba los principios de la mecánica clásica o del electromagnetismo, pero según algunos efectos particulares se contradijo esta hipótesis.

De esta forma se comprendió que la hipótesis del éter era insostenible y que según algunos experimentos realizados, las leyes de la electrodinámica son correctas y no necesitan modificación, por lo tanto los resultados planteados por el experimento Michelson-Morley, es decir, la velocidad de la luz es la misma en todos los sistemas inerciales, independientemente del movimiento relativo de la fuente y del observador, y según como explica Resnick (1976)

...el principio de la relatividad, aplicable a la mecánica y al electromagnetismo, es operante. Por supuesto, no puede ser el principio galileano, ya que éste requería que la velocidad de la luz dependiera del movimiento relativo de la fuente y del observador. Se concluye que las



transformaciones galileanas han de reemplazarse y lo mismo, las leyes básicas de la mecánica, correspondientes a esas transformaciones deben modificarse de manera que concuerden con las nuevas transformaciones. (Pág. 42)

Con estos antecedentes que se presentaban en la física de finales del siglo XIX aparece el pensamiento de Einstein que gracias al desarrollo de su teoría de la relatividad permite explicar estos fenómenos incomprensibles e incompatibles en el marco de referencia de la física clásica. Según Resnick (1976) Einstein no estaba al corriente de estos escritos, sin embargo planteó la solución a estos problemas principalmente en su artículo titulado “Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento” en el que según la cita de Resnick, Einstein formula las siguientes interpretaciones, afirmando en primer lugar, que el concepto de reposo absoluto carece de validez en las observaciones realizadas y sobre los fenómenos de la electrodinámica:

En todos los sistemas de coordenadas en que son válidas las ecuaciones de la mecánica, también lo son las ecuaciones equivalentes de electrodinámica y de óptica...en sí damos esto por supuesto (lo que desde ahora llamaremos Principio de la Relatividad), y además hacemos otra suposición adicional –la cual a primera vista es del todo inconciliable con la anterior- a saber, que la luz se propaga en el vacío a una velocidad c independientemente del estado de movimiento del cuerpo emisor. Estas dos suposiciones son suficientes para darnos una teoría simple y lógica de la electrodinámica de cuerpos en movimiento, la cual se base en la teoría maxweliana sobre cuerpos en reposo. (Pág. 42)

Bajo estas ideas presentadas por Einstein los dos antecedentes principales que permiten el posterior desarrollo de la teoría de la relatividad son los siguientes:

- 1.- Las leyes de la física tienen el mismo valor en todos los sistemas inerciales. No existe sistema inercial de preferencia, que constituye el principio general de la relatividad.
- 2.- La velocidad de la luz en el espacio vacío tiene el mismo valor c en todos los sistemas inerciales, a lo que se conoce como el principio de la constancia de la velocidad de la luz.



Es decir la teoría de la relatividad surge como un intento de explicar estos fenómenos de una manera inédita, ya que dentro de los postulados de la física clásica era insostenibles, por lo tanto, la teoría de Einstein supera el principio de relatividad de Newton, que solo pretendía explicar únicamente las leyes de la mecánica, mientras que él incluye todas las leyes de la física.

Su planteamiento más general al respecto de estos fenómenos observados consistía en entender el movimiento como una cuestión particularmente relativa, que solo permite hablar del movimiento de dos sistema uno respecto al otro, sin poder establecer cuál es el estacionario o cual se encuentra en movimiento y de igual forma la contradicción de las transformaciones galileanas de la velocidad de la luz en diferentes sistemas inerciales de medición, que permitió interpretar coherentemente los resultados del experimento Michelson-Morley.

Como señala Resnick (1976) “Toda la teoría especial de la relatividad se deriva directamente de estas dos suposiciones. El valor de su teoría, como en realidad de cualquier otra teoría, se puede juzgar únicamente cotejándola con los experimentos.” (Pág. 42) Esta formulación de Einstein no explica únicamente todos los resultados experimentales presentados, sino que de igual forma predijo nuevos efectos confirmados posteriormente en base a experimentos realizados.

1.2. La Teoría de la Relatividad Especial y General

El presente desarrollo sobre la teoría de la relatividad sigue los lineamiento expositivos presentados por Einstein en su libro de divulgación sobre su pensamiento titulado “Sobre la teoría de la relatividad especial y general” por constituir un trabajo que expone las ideas sobre este tema de una forma muy clara y sencilla, que no recurre tanto a los aspectos matemáticos de dichas teorías como a los planteamiento netamente teóricos, en base a los cuales podemos recurrir a la reflexión filosófica para intuir posibles consecuencias para la gnoseología.

1.2.1. La teoría de la relatividad especial



1.2.1.1. El contenido físico de los teoremas geométricos

El primer punto que Einstein aborda en este tratado sobre la relatividad, es el que hace referencia a los teoremas de la geometría de Euclides, preguntándose en primer término sobre la verdad de estos, es decir, interroga sobre los argumentos que permiten que estos teoremas sean verdaderos. Para lo cual responde que “La Geometría parte de ciertos conceptos básicos, como el de plano, punto, recta, a los que estamos en condiciones de asociar representaciones más o menos claras, así como de ciertas proposiciones simples (axiomas) que, sobre la base de aquellas representaciones, nos inclinamos a dar por «verdaderas»”(Einstein, 1984, pág. 3) es decir, la geometría parte de axiomas que son determinados como verdaderos y en base a los cuales mediante inferencias lógicas se establece la verdad de otros postulados.

De esta forma el criterio de verdad de los postulados de la geometría se remiten a la verdad de los axiomas, sin embargo para Einstein esta cuestión “no es resoluble con los métodos de la Geometría, sino que ni siquiera tiene sentido en sí”, por ejemplo, es imposible preguntarse si es verdadero o falso que por un punto solo pase una recta, sino que unilateralmente cabe señalar que existe una geometría euclidiana que plantea que una recta está determinada por dos de sus puntos. El concepto de verdadero no se puede usar en la geometría pura, ya que la verdad es entendida como la correspondencia de una teoría con algo real exterior a ella, mientras que la geometría solo se ocupa de las relaciones lógicas que se establece entre sus conceptos.

Sin embargo a pesar de estas propiedades particulares de tipo lógico en la geometría, el pensamiento común de que por ejemplo una línea recta se puede encontrar en un objeto rígido como una regla y que la asignación de una medida a un objeto mantiene siempre la misma magnitud independientemente de las variaciones de posición, hacen presuponer que los postulados de la geometría si tienen correlatos en la experiencia, lo que permite plantear la relación entre esta rama de las matemáticas y la física. Bajo estos presupuestos Einstein (1984) señala que:



Naturalmente, la convicción de que los teoremas geométricos son «verdaderos» en este sentido descansa exclusivamente en experiencias harto incompletas. De entrada daremos por supuesta esa verdad de los teoremas geométricos, para luego, en la última parte de la exposición (la teoría de la relatividad general), ver que esa verdad tiene sus límites y precisar cuáles son éstos. (Pág. 5)

1.2.1.2. El sistema de coordenadas

En base a la interpretación física de las nociones geométricas señaladas anteriormente, se puede determinar de igual forma la medición de las distancias en un cuerpo rígido. Si se toman dos puntos en un cuerpo rígido y se usa un segmento o regla S como una unidad de medida aceptada, la medición de los puntos a - b consistirá en hacer llegar la regla tantas veces como sea posible de un punto al otro, por lo que el número de repeticiones del segmento será la medida entre los dos puntos.

En base a este proceso de medición de cuerpos rígidos Einstein señala que todas las referencias espaciales de un suceso se remiten a su relación con cuerpos rígidos es así que señala el siguiente ejemplo: “Si analizo la especificación de lugar «en Berlín, en la Plaza de Potsdam», veo que significa lo siguiente. El suelo terrestre es el cuerpo rígido al que se refiere la especificación de lugar; sobre él, «Plaza de Potsdam en Berlín» es un punto marcado, provisto de nombre, con el cual coincide espacialmente el suceso.” Esta es el tipo de referencia geométrica a cualquier suceso que ocurra en la realidad, todo suceso de esta forma se remite a su relación con un cuerpo rígido que sirve de base para las mediciones.

Este principio de localización constituye también el fundamento presente en los planos cartesianos, el cual usa coordenadas (x, y, z) de referencia para ubicar cuerpos en el espacio que llevan a la siguiente conclusión: “toda descripción espacial de sucesos se sirve de un cuerpo rígido al que hay que referirlos espacialmente. Esa referencia presupone que los «segmentos» se rigen por las leyes de la Geometría euclídea, viniendo representados físicamente por dos marcas sobre un cuerpo rígido.”(Einstein, 1984, pág. 6)

1.2.1.3. El espacio y el tiempo en la mecánica clásica



Una de las cuestiones principales analizadas por Einstein constituye su interpretación sobre el tiempo y el espacio, al respecto señala que la concepción de la mecánica entendida como la ciencia encargada de describir el movimiento de objetos por el espacio en periodos de tiempo, tiene muchas limitaciones, sobre todo porque entiende el espacio como un lugar en el cual ocurren los sucesos y como ya se señaló en el epígrafe anterior, para referirse a un suceso, solo es posible hacerlo en relación a un sistema de coordenadas fijo en un cuerpo rígido.

La mecánica clásica presuponía que el espacio era un lugar dado independientemente de la medición de los sucesos, refutando esta concepción Einstein señala el ejemplo de la caída de un objeto por la ventana de un tren en movimiento. El observador que va en el tren describirá la caída del objeto como una línea vertical, el desplazamiento en el espacio tendrá esa característica, mientras que para un observador fuera del tren el objeto describirá una parábola ya que conjuntamente el movimiento vertical de caída del objeto y horizontal del movimiento del tren en su observación hacen que el objeto se desplace describiendo dicha parábola.

En este ejemplo Einstein hace notar que la idea de espacio no dice nada, ya que se presenta la pregunta de cuál es el espacio que recorre el objeto, el observado por el sujeto del tren o del que lo hace desde fuera de él. Se replantea la interrogante sobre lo que significa desplazamiento en el espacio y afirma que no se puede hablar sobre desplazamiento en un espacio, sino únicamente sobre descripciones de sucesos en relación a un sistema de coordenadas, es así que en el ejemplo anterior cabe señalar que en relación al sistema de coordenadas fundido con el tren el objeto describe cierta forma de desplazamiento, mientras que para el sistema de coordenadas fijo en la tierra dicho objeto presenta otro tipo de desplazamiento.

Sin embargo, esta descripción del desplazamiento no es completa sino se hace referencia al tiempo en el que ocurre, es decir, a cada descripción de la posición del objeto que se desplaza corresponde de igual forma una referencia al tiempo en el que ocurre. La mecánica clásica resuelve este dilema en la referencia a un tiempo único, por ejemplo en el problema planteado



anteriormente cada uno de los observadores, el que van en el tren y el que esta fuera de él, dispondrán cada uno de relojes que les permitan establecer en cada punto del desplazamiento la hora correspondiente, sin embargo estas consideraciones serán distintas si se toma en cuenta los resultados de la velocidad finita de la luz y su carácter permanente en todos los sistemas de referencia que se use para medirla, más adelante se retomará este punto.

1.2.1.4. El sistema de coordenadas de Galileo

Dentro de los trabajos en mecánica realizados por Galileo y Newton existe un principio fundamental denominado la ley de la inercia, la misma que en palabras de Einstein Consiste en: “un cuerpo suficientemente alejado de otros cuerpos persiste en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme.” Esta ley se plantea no únicamente sobre el movimiento de los cuerpos, sino también sobre qué cuerpos de referencia o sistemas de coordenadas son permisibles en la Mecánica y pueden utilizarse en las descripciones mecánicas.

Bajo esta consideración los únicos cuerpos a los que se puede aplicar fielmente este principio son las estrellas fijas, sin embargo si tomamos como sistema de referencia a la tierra, esta describe alrededor de la estrellas un movimiento circular por lo tanto este principio no es aplicable a sistemas de coordenadas fundadas en la tierra, porque esta ley solo hace referencia a sistemas dentro de los cuales no se producen movimientos circulares, es así que la ley de la inercia solo es válida en sistemas de coordenadas en las cuales las estrellas fijas no realicen movimientos circulares, a estos sistemas de coordenadas se los conoce como sistemas de coordenadas de Galileo y solo dentro de estos son válidas las leyes de la mecánica de Galileo y Newton.

1.2.1.5. El principio de la relatividad (en sentido restringido)

Para explicar este principio Einstein (1984) vuelve al ejemplo del vagón que se mueve, desarrollándolo de la siguiente manera:

Su movimiento decimos que es una traslación uniforme («uniforme», porque es de velocidad y dirección constantes; «traslación», porque aunque la posición del vagón varía con respecto a la vía, no ejecuta ningún giro). Supongamos que por los aires vuela un cuervo en línea recta y



uniformemente (respecto a la vía). No hay duda de que el movimiento del cuervo es —respecto al vagón en marcha— un movimiento de distinta velocidad y diferente dirección, pero sigue siendo rectilíneo y uniforme. Expresado de modo abstracto: si una masa m se mueve en línea recta y uniformemente respecto a un sistema de coordenadas K , entonces también se mueve en línea recta y uniformemente respecto a un segundo sistema de coordenadas K' , siempre que éste ejecute respecto a K un movimiento de traslación uniforme. (Pág. 8)

Y bajo los argumentos presentados anteriormente se puede intuir los siguientes enunciados en torno a este ejemplo:

- “Si K es un sistema de coordenadas de Galileo, entonces también lo es cualquier otro sistema de coordenadas K' que respecto a K se halle en un estado de traslación uniforme. Las leyes de la Mecánica de Galileo-Newton valen tanto respecto a K' como respecto a K .”(Einstein, 1984, pág. 8)

De esta forma el principio de relatividad en sentido restringido afirma que en la relación entre dos sistemas de referencia entre los cuales se produce un movimiento uniforme sin rotación, los sucesos en estos dos sistemas de referencia obedecen a las mismas leyes que los explican.

Este principio de relatividad es el marco de referencia dentro del cual se comprenden las leyes de la Mecánica clásica, sin embargo, algunos progresos en la Electrodinámica y de la Óptica permitieron poner en tela de juicio la validez de las explicaciones de la Mecánica clásica ya que no era suficiente para explicar todos los fenómenos de la naturaleza. Pero pese a las dudas surgidas también existían dos hechos importantes que permitían mantener vigente este principio, a saber:

-A pesar de que la mecánica clásica no facilita una base suficientemente ancha para re-presentar teóricamente todos los fenómenos físicos, tiene que poseer un contenido de verdad fundamental, pues da con admirable precisión los movimientos reales de los cuerpos celestes. Es así que Einstein (1984) sostiene: “...que en el campo de la Mecánica tenga que ser válido con gran exactitud el principio de relatividad. Y que un principio de generalidad tan



grande y que es válido, con tanta exactitud, en un determinado campo de fenómenos fracase en otro campo es, a priori, poco probable.” (Pág. 8)

- Si el principio de relatividad (en sentido restringido) no es legítimo, entonces los sistemas de coordenadas de Galileo K , K' , K'' , etc., que se mueven uniformemente unos respecto a los otros, no serán equivalentes para la descripción de los fenómenos naturales. Por lo tanto no tendríamos otra opción que afirmar que las leyes de la naturaleza sólo pueden formularse con especial sencillez y naturalidad si de entre todos los sistemas de coordenadas de Galileo eligiésemos como cuerpo de referencia uno (K_0) que tuviera un estado de movimiento determinado.

A éste lo calificaríamos, y con razón (por sus ventajas para la descripción de la naturaleza), de absolutamente en reposo, mientras que de los demás sistemas galileanos K se puede plantear que son móviles. De esta forma si tomamos los rieles del tren como ese sistema de referencia K_0 entonces el vagón sería el sistema K en el cual la explicación de las leyes es menos sencillas que respecto a K_0 . Por lo tanto la tierra en movimiento puede ser tomada como si fuera el vagón del tren porque se mueve alrededor del sol a una velocidad de 30km/sg y de no ser válido el principio de la relatividad las leyes que explican los fenómenos de la naturaleza estarían en íntima dependencia del movimiento y la explicación de los sistemas físicos dependería de su ubicación en relación a la tierra, sin embargo Einstein (1984) señala que: “Pese al esmero que se ha puesto en detectar una tal anisotropía del espacio físico terrestre, es decir, una no equivalencia de las distintas direcciones, jamás ha podido ser observada. Lo cual es un argumento de peso a favor del principio de la relatividad.” (Pág. 9)

1.2.1.6. El teorema de adición de velocidades según la física clásica

Este teorema consiste en la adición de velocidades entre dos objetos que se mueven en la misma dirección, por ejemplo si dentro del vagón un hombre se mueve en la misma dirección del vagón a una velocidad w , su velocidad tomando en cuenta la del tren es el resultado de sumar tanto su velocidad como la velocidad del tren. Este principio totalmente aceptado en la mecánica clásica dice Einstein que no es válido, sin embargo lo toma como un



presupuesto para trabajar su teoría que posteriormente será criticado y refutado.

1.2.1.7. La aparente incompatibilidad de la ley de propagación de la luz con el principio de la relatividad

A pesar de que se tenía claro que la velocidad de la luz se propagaba a una velocidad constante en el vacío de 300.000 km/sg, surgen algunos inconvenientes en la interpretación de ésta velocidad al medirla en sistemas de referencia en movimiento, que llevarían a reformular los principios de la mecánica clásica.

Es así que tomando el ejemplo anterior del vagón en movimiento y reemplazando al hombre en movimiento por el rayo de luz que va en la misma dirección del vagón, se plantea la pregunta de cuál será la velocidad de la luz en este sistema de coordenadas. Si el tren se mueve a una velocidad constante de v y la luz a una velocidad de c , entonces la respuesta sobre su velocidad estará dada por la fórmula $W = c + v$ que presenta por lo tanto un valor superior a 300.00km/sg. De esta forma este resultado contradice el principio de la relatividad planteado anteriormente, en el cual los fenómenos naturales presentan las mismas leyes en todos los sistemas de referencia, por lo que se presentaron dos opciones, a saber: la eliminación del principio de relatividad o el cambio de la ley sobre la propagación de la luz.

En el primer caso es aceptable que se piense que es el principio de relatividad el que debería ser cambiado por su sencillez y simplicidad, pero en torno al segundo caso los estudios realizados por H. A. Lorentz sobre los procesos electrodinámicos y ópticos en cuerpos móviles, según Einstein (1984) “demostraron que las experiencias en estos campos conducen con necesidad imperiosa a una teoría de los procesos electromagnéticos que tiene como consecuencia irrefutable la ley de la constancia de la luz en el vacío” (Pág. 11)

Sin embargo la teoría de la relatividad permitiría conciliar tanto los principios de la relatividad como los resultados sobre la velocidad de la propagación de la luz, a esta teoría se la conoce como teoría de la relatividad especial.

1.2.1.8. La relatividad de la simultaneidad



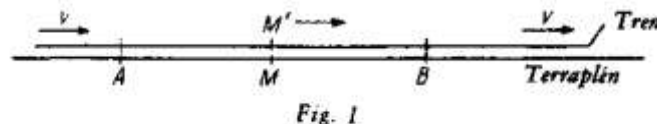
Uno de los conceptos que modifica la teoría de la relatividad es el que respecta al tiempo. Para la física clásica el tiempo tiene un valor absoluto y es un marco de referencia en el cual suceden los hechos físicos y que no es afectado por estos. De esta forma el concepto clásico de tiempo plantea que la simultaneidad de sucesos es posible, por el hecho de que este tiempo absoluto no depende de las condiciones y características de estos, es así, que cualquier sea el caso el tiempo no será afectado y por tanto la simultaneidad independientemente del sistema de referencia que se use es posible.

Sin embargo en base al siguiente ejemplo Einstein (1984) replantea la interpretación sobre la simultaneidad basad en la suposición de que por los carriles viaja un tren muy largo, con velocidad constante v y en la dirección señalada en la figura número 4:

. Las personas que viajan en este tren hallarán ventajoso utilizar el tren como cuerpo de referencia rígido (sistema de coordenadas) y referirán todos los sucesos al tren. Todo suceso que se produce a lo largo de la vía, se produce también en un punto determinado del tren. Incluso la definición de simultaneidad se puede dar exactamente igual con respecto al tren que respecto a las vías. Sin embargo, se plantea ahora la siguiente cuestión: Dos sucesos (p. ej., los dos rayos A y B) que son simultáneos respecto al terraplén, ¿son también simultáneos respecto al tren? (Pág. 12)

Figura N° 4

Título: Movimiento del tren en un terraplén



Fuente: Tomado de (Einstein, 1984)

La respuesta que Einstein plantea a esta interrogante es negativa y cambia por completo la concepción de simultaneidad, bajo los siguientes argumentos intuitivos del ejemplo del tren en movimiento de la siguiente forma:



Cuando decimos que los rayos A y B son simultáneos respecto a las vías, queremos decir: los rayos de luz que salen de los lugares A y B se reúnen en el punto medio M del tramo de vía A-B. Ahora bien, los sucesos A y B se corresponden también con lugares A y B en el tren. Sea M' el punto medio del segmento A-B del tren en marcha. Este punto M' es cierto que en el instante de la caída de los rayos coincide con el punto M, pero, como se indica en la figura, se mueve hacia la derecha con la velocidad v del tren. Un observador que estuviera sentado en el tren en M', pero que no poseyera esta velocidad, permanecería constantemente en M, y los rayos de luz que parten de las chispas A y B lo alcanzarían simultáneamente, es decir, estos dos rayos de luz se reunirían precisamente en él. La realidad es, sin embargo, que (juzgando la situación desde el terraplén) este observador va al encuentro del rayo de luz que viene de B, huyendo en cambio del que avanza desde A. (Pág. 13)

Es así que observará antes la luz que sale de B que la que sale de A, por lo tanto los observadores que utilizan el tren como cuerpo de referencia tienen que llegar a la conclusión de que la chispa eléctrica B ha caído antes que la A, es decir en movimiento la simultaneidad no es un hecho para el observador en movimiento, por lo tanto la simultaneidad pasa a constituir como un fenómeno de carácter relativo. Antes de esta teoría como se señaló anteriormente, el tiempo era concebido como un valor absoluto pero esta consideración sobre la simultaneidad demuestra que el tiempo depende de las condiciones dentro de un sistema de referencia en el cual se lo mida, por lo tanto la incompatibilidad entre el principio de la relatividad y la ley de la propagación de la luz, puede ser reinterpretada a la luz de estos resultados.

Es así que las nuevas consideraciones sobre el tiempo como señala Einstein (1984) permiten una nueva lectura del ejemplo sobre el rayo de luz y su desplazamiento en relación al tren, que no se vería modificado según la nueva forma de concebir el tiempo, ya que:

...el tiempo que necesita un proceso con respecto al vagón no cabe igualarlo a la duración del mismo proceso juzgada desde el cuerpo de referencia del terraplén, tampoco se puede afirmar que el hombre, al caminar respecto a las vías, recorra el trecho w en un tiempo que — juzgado desde el terraplén— es igual a un segundo. (Pág. 13)



1.2.1.9. Sobre la relatividad del concepto de distancia espacial

Continuando con el ejemplo del tren en marcha otro de los aspectos a considerarse es el que se refiere a las mediciones espaciales en dos sistemas de referencia en movimiento relativo el uno respecto al otro. Como quedó señalado anteriormente el tiempo varía de acuerdo al movimiento, por lo tanto, queda por establecer si las mediciones espaciales se ven afectadas de igual forma por dicho movimiento. Si se toman dos puntos a medirse en el tren A y B, según Einstein las mediciones sobre estos puntos no serán las mismas en los dos sistemas de referencia, el tren en movimiento también modifica la distancia medida.

1.2.1.10. La transformación de Lorentz

Dentro de este punto la consideración general se enmarca en la pretensión de que gracias a los resultados que señalan una íntima relación entre las características de los sucesos, sobre todo en lo que respecta a su movimiento, y las mediciones espaciales y temporales, es posible superar el dilema entre el principio de la relatividad y la ley de la propagación de la luz, de modo que contradiciendo las fórmulas de adición de velocidades de Galileo, exista una ley que permita realizar la misma medición de la velocidad de la luz en diferentes sistemas de referencia. De esta forma surgen como respuesta al problema planteado las transformaciones de Lorentz, las mismas que tomando dos sistemas de referencia K y K1 permiten que las mediciones de un rayo de luz en estos dos sistemas de coordenadas sean las mismas, estas fórmulas son las siguientes:

$$\lambda = \lambda_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

$$\tau = \tau_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

$$\mu = \mu_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

λ = longitud del cuerpo en movimiento.

λ_0 = longitud del cuerpo en reposo.

τ = tiempo del cuerpo en movimiento.

τ_0 = tiempo del cuerpo en reposo.

μ = masa del cuerpo en movimiento.

μ_0 = masa del cuerpo en reposo.



v = velocidad del cuerpo

c =velocidad de la luz.

Las fórmulas de transformación de Lorentz no se basan en las nociones de la física clásica de tiempo y espacio absolutos, sino que predicen que mientras un cuerpo se aproxima a la velocidad de la luz, su longitud tiende a 0 y su tiempo y masa tienden a infinito.

1.2.1.11. El comportamiento de reglas y relojes móviles

Para explicar el comportamiento de los objetos en movimiento, en lo que respecta a su longitud y el tiempo, en los cuales se refieren a cada uno de sus puntos en movimiento, Einstein usa el ejemplo de una regla medida en dos sistemas, a saber: el sistema K_1 que se encuentra en movimiento relativo con respecto al sistema de coordenadas K , y se plantea la pregunta de ¿cuál es el tamaño de la regla en el sistema K_1 medida desde el sistema de coordenadas K en un momento determinado t ?

Es así que usando las transformaciones de Lorentz para dos puntos que coincidan los extremos con los puntos en el plano cartesiano y tomando en cuenta que el segmento que se trata de medir se mueve con una velocidad determinada v con respecto a K , el tamaño de la regla es más corto cuando se encuentra en movimiento que cuando la medimos en reposo, disminuyendo su medida en mayor grado de acuerdo a la velocidad con la que se mueva.

Es así que si la velocidad del objeto se iguala a la velocidad de la luz $v = c$ el resultado según Einstein (1984) se tornaría imposible, por lo que se establece que existe un límite para la velocidad con la que se pueden mover los objetos, sin poder rebasar esta la velocidad de la luz. Esta característica del movimiento viene dada por las propias transformaciones de Lorentz ya que cuando el valor de la velocidad del objeto se iguala a la velocidad de la luz, las ecuaciones pierden sentido.

Así también en torno al comportamiento de los relojes en movimiento Einstein (1984) plantea el ejemplo de un reloj con segundero que reposa constantemente en el origen ($x' = 0$) de K' . Sean $t' = 0$ y $t' = 1$ dos señales sucesivas de este reloj. Para estos dos tics, medidos desde el sistema de



coordenadas K, el reloj se mueve con la velocidad v , de modo que entre dos de sus señales no transcurre un segundo sino que su resultado, establecido por las transformaciones de Lorentz, representa un tiempo mayor, lo que para Einstein representa una variación del tiempo en relación a su movimiento, el tiempo para los objetos en movimiento transcurre más lento que para un objeto en reposo.

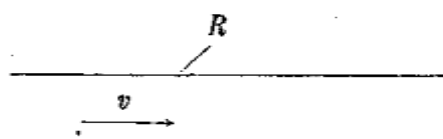
1.2.1.12. Teorema de adición de velocidades. Experimento de Fizeau

Según Einstein, el hecho de que las velocidades con la que normalmente se mueven los objetos es muy inferior con respecto a la velocidad de la luz, hacen imposible demostrar experimentalmente esta contracción de la masa y la dilatación del tiempo, sin embargo, plantea que de los principios expuestos se puede inferir otras consecuencias, las mismas que pueden ser comprobadas en la experiencia.

Einstein señala que tanto las ecuaciones de adición de velocidades en movimiento planteadas por Galileo y por Lorentz constituyen una explicación matemática correcta de acuerdo a la interpretación de las leyes mecánicas que se usen, sin embargo la discusión sobre cuál de las dos es la correcta solo le concierne a la experimentación que permita establecer cuál de las dos explicaciones se ajusta a los hechos. Es así que presenta como una prueba incontrastable el experimento realizado por el físico Fizeau, que se basa en el siguiente examen de la realidad: “Supongamos que la luz se propaga en un cierto líquido en reposo con una determinada velocidad w . ¿Con qué velocidad se propaga en el tubo R de la figura (Fig. 5) en la dirección de la flecha, cuando dentro de ese tubo fluye el líquido con velocidad v ?” (Pág. 20)

Figura 5

Título. Esquema experimento Fizeau





Fuente: Realizado por Carlos Reyes

Para la resolución de este dilema quedan como opción tanto las ecuaciones de transformación de Galileo como las de Lorentz, sin embargo, según el principio de la relatividad galileano la velocidad de la luz debería sumarse a la velocidad del líquido, lo que contradice el principio de la relatividad pues todos los sistemas de referencia deben medir la misma velocidad de la luz. Y es aquí donde el nuevo principio de relatividad es efectivo para la descripción de este fenómeno. Según Einstein (1984) “las últimas y excelentes mediciones de Zeeman, la influencia de la velocidad de la corriente v sobre la propagación de la luz viene representada por la fórmula (B transformaciones de Lorentz) con una exactitud superior al 1 por 100.” (Pág. 21)

Y para concluir en torno a este tema Einstein (1984) afirma que:

Hay que destacar, sin embargo, que H. A. Lorentz, mucho antes de establecerse la teoría de la relatividad, dio ya una teoría de este fenómeno por vía puramente electrodinámica y utilizando determinadas hipótesis sobre la estructura electromagnética de la materia. Pero esta circunstancia no merma para nada el poder probatorio del experimento, en tanto que *experimentum crucis* a favor de la teoría de la relatividad. Pues la Electrodinámica de Maxwell-Lorentz, sobre la cual descansaba la teoría original, no está para nada en contradicción con la teoría de la relatividad. Esta última ha emanado más bien de la Electrodinámica como resumen y generalización asombrosamente sencillos de las hipótesis, antes mutuamente independientes, que servían de fundamento a la Electrodinámica.(Pág. 22)

1.2.1.13. El valor heurístico de la teoría de la relatividad

Según Einstein la experiencia demuestra fielmente que los principios de la relatividad en sentido restringido son válidos y que la velocidad de la luz en el vacío es una constante c , es así que según el mismo autor “Uniendo estos dos postulados resultó la ley de transformación para las coordenadas rectangulares x , y , z y el tiempo t de los sucesos que componen los fenómenos naturales, obteniéndose, no la transformación de Galileo, sino (en discrepancia con la Mecánica clásica) la transformación de Lorentz.” (Pág.



21) De esta forma aceptando estos resultados se puede unir las transformaciones de Lorentz con el principio de la relatividad en el siguiente enunciado señalado por Einstein (1984):

Toda ley general de la naturaleza tiene que estar constituida de tal modo que se transforme en otra ley de idéntica estructura al introducir, en lugar de las variables espacio-temporales x, y, z, t del sistema de coordenadas original K , nuevas variables espacio-temporales x', y', z', t' de otro sistema de coordenadas K' , donde la relación matemática entre las cantidades con prima y sin prima viene dada por la transformación de Lorentz. Formulado brevemente: las leyes generales de la naturaleza son invariantes respecto a la transformación de Lorentz. (Pág. 21)

Bajo estos preceptos se plantea que la teoría de la relatividad prescribe estas condiciones a las leyes naturales, por lo que pasa a constituir un valioso auxiliar heurístico en la búsqueda de las leyes generales de la naturaleza. Es así que si se encontrará una ley natural que no cumpliera con estos requisitos al menos dos de los principios de la teoría quedarían refutados. Por lo tanto es importante señalar los resultados que arroja esta teoría que a continuación se muestran.

Según el desarrollo presentado sobre la teoría de la relatividad, Einstein (1984) señala que esta ha nacido íntimamente ligada a la Electrodinámica y la Óptica y que:

En estos campos no ha modificado mucho los enunciados de la teoría, pero ha simplificado notablemente el edificio teórico, es decir, la derivación de las leyes, y, lo que es incomparablemente más importante, ha reducido mucho el número de hipótesis independientes sobre las que descansa la teoría. (Pág. 22)

Así también ha conferido un grado alto de evidencia a las teorías de Maxwell (planteó los fundamentos para considerar que la luz es un fenómeno electromagnético que consiste en ondas electromagnéticas) y Lorentz (que planteó la estimación de distancias y periodos de tiempo que tendrá que hacer un observador cuyo movimiento relativo es conocido, si sabemos la del



otro observador) y ha permitido modificar los principios de la Mecánica clásica sobre todo en velocidades aproximadas a la velocidad de la luz, ya que a pequeñas velocidades los resultados que predice la teoría de la relatividad no son observables en la experiencia, solo pudiéndose realizar dicha comprobación en el movimiento de electrones e iones.

Así también según Einstein (1984)

El resultado más importante de índole general al que ha conducido la teoría de la relatividad especial concierne al concepto de masa. La física prerrelativista conoce dos principios de conservación de importancia fundamental, el de la conservación de la energía y el de la conservación de la masa; estos dos principios fundamentales aparecen completamente independientes uno de otro. La teoría de la relatividad los funde en uno solo. (Pág. 23)

Este constituye uno de los resultados más importantes de la relatividad según la cual: “un cuerpo que se mueve con velocidad v y que absorbe la energía E_0 en forma de radiación sin variar por eso su velocidad, experimenta un aumento de masa”(Einstein, 1984, pág. 23)

Por su parte al poner la velocidad de la luz como el límite de movimiento de objetos y gracias a los principios de la electrodinámica según los cuales no existe acción a distancia instantánea e inmediata, el principio de la relatividad que daba esta cualidad a la ley de gravitación se modifica ya que aparece la noción de acción a distancia y con la velocidad de la luz, problema que es tratado en la segunda parte de la teoría sobre la relatividad general.

Otro de los resultados que presenta la teoría de la relatividad es lo que se conoce como la concepción cuatridimensional de la realidad. Para entender esta inédita idea que plantea la relatividad es necesario partir de la concepción del sentido común que restringe a la realidad en tres dimensiones denominando al mundo como un entramado tridimensional. El espacio es tridimensional porque para ubicar un punto cualquiera se usa las coordenadas x , y , z , que dentro de la física clásica es determinado porque el tiempo y el espacio son entidades independientes y aisladas, que solo sirven de marco de referencia dentro del cual ocurren los acontecimientos físicos.



Sin embargo, la teoría de la relatividad demuestra que tanto el tiempo y el espacio sufren alteraciones en los procesos físicos de movimiento, tanto con la dilatación del tiempo y la reducción de longitud de los cuerpos, por lo que a cada posición de un objeto en movimiento le corresponde también un tiempo particular, de esta forma la realidad pasa a estar constituida por las tres dimensiones espaciales junto con otra temporal íntimamente ligadas. A esta concepción de la realidad que desarrolla la relatividad se la conoce como el continuo espacio-temporal cuádr dimensional, concepción del mundo que permitirá entre otras cosas cambios en la interpretación de la ley de gravedad, que se trabaja en la teoría de la relatividad general.

1.2.2. La teoría de la relatividad general

La teoría de la relatividad especial se desarrolla con ciertas restricciones y particularidades especiales, entre las que se encuentran en primer lugar la referencia a un cierto tipo de movimiento de los cuerpos entendidos únicamente como movimiento rectilíneo uniforme sin, intervenciones de la aceleración y del movimiento circular, es decir, el análisis se centra en los sistemas de referencia galileanos, por su parte la teoría de la relatividad general parte del siguiente enunciado: “todos los cuerpos de referencia K , K' , etc., sea cual fuere su estado de movimiento, son equivalentes de cara a la descripción de la naturaleza (formulación de las leyes naturales generales).”(Einstein, 1984, pág. 32)

Este principio parte del presupuesto que en el caso del vagón que se mueve con movimiento uniforme rectilíneo, si se produce un proceso de frenado en el tren que disminuye la aceleración, las leyes que se mantienen iguales para todos los sistemas de referencia en cuanto se usa los sistemas de referencia galileanos para la medición, han de tener explicaciones diferentes, por lo que no tienen validez los principios de Galileo en cuanto el movimiento deja de ser uniforme. Por lo que según Einstein (1984) hay que tener en cuenta que: ...en un primer momento nos sentimos impelidos a atribuir, en contra del principio de la relatividad general, una especie de realidad física absoluta al movimiento no uniforme. En lo que sigue veremos, sin embargo, que esta inferencia no es correcta” (Pág. 33)



1.2.2.1. El campo gravitatorio

Según la interpretación clásica de la gravitación a la pregunta de que por qué cae un cuerpo suspendido en el aire, se responde mediante la interpretación de la gravedad como atracción de los cuerpos, es decir, un cuerpo cae porque es atraído por la tierra, sin embargo, por el desarrollo de la electrodinámica se ha llegado a la conclusión que no existe una atracción inmediata a distancia que es uno de los principios que sostiene esta forma de interpretar la gravedad. Por ejemplo en el caso del imán que atrae un pedazo de hierro “no puede uno contentarse con la explicación de que el imán actúa directamente sobre el hierro a través del espacio intermedio vacío; lo que se hace es, según idea de Faraday, imaginar que el imán crea siempre en el espacio circundante algo físicamente real que se denomina «campo magnético».”(Einstein, 1984, pág. 33)

Este principio del campo gravitatorio permite explicar satisfactoriamente los fenómenos electromagnéticos, especialmente la propagación de las ondas electromagnéticas y que de manera análoga sirve para renovar la interpretación de la gravedad evitando el fundamento de la acción inmediata a distancia. Por lo cual se plantea que la tierra produce una influencia sobre los objetos de carácter indirecto, la tierra crea alrededor de si un campo gravitatorio que es el que actúa sobre los objetos y produce su caída, acción que aumenta con la cercanía de los objetos y disminuye con el alejamiento de estos según una ley determinada, lo cual según Einstein (1984) tiene la siguiente significación: “la ley que rige las propiedades espaciales del campo gravitatorio tiene que ser una ley muy determinada para representar correctamente la disminución de la acción gravitatoria con la distancia al cuerpo que ejerce la acción.” (Pág. 33)

Según este principio en el caso de la tierra esta genera un campo gravitatorio en su rededor del que su intensidad y dirección a distancias más grandes está determinada por la ley que rige las propiedades espaciales de los campos gravitatorios y según el criterio de Einstein (1984):

Los cuerpos que se mueven bajo la acción exclusiva del campo gravitatorio experimentan una aceleración que no depende lo más mínimo



ni del material ni del estado físico del cuerpo. Un trozo de plomo y un trozo de madera, por ejemplo, caen exactamente igual en el campo gravitatorio (en ausencia de aire) cuando los dejamos caer sin velocidad inicial o con velocidades iniciales iguales. (Pág. 33)

Sin embargo esta ley que se cumple rigurosamente puede ser planteada de otro modo en base a otras consideraciones sobre todo partiendo de la fórmula de Newton para calcular la fuerza:

$$\text{(fuerza)} = \text{(masa inercial)} \cdot \text{(aceleración)},$$

Donde la «masa inercial» es una constante característica del cuerpo acelerado. Si la fuerza aceleradora es la de la gravedad, tenemos, por otro lado, que

$$\text{(fuerza)} = \frac{\text{(masa gravitatoria)}}{\text{(masa inercial)}} \cdot \text{(intensidad del campo gravitatorio)}$$

Es así que si se cumple el principio anteriormente señalado, de que la fuerza de gravedad es igual a todos los cuerpos independientemente de su constitución y estado como se ha demostrado experimentalmente la relación entre la masa gravitatoria y la masa inercial necesita ser de la misma forma igual para todos los cuerpos, por lo que se plantea el siguiente teorema: “la masa gravitatoria y la masa inercial de un cuerpo son iguales.” Este teorema presente ya en la mecánica clásica fue formulado de la misma forma pero no fue interpretado en una de sus consecuencias principales, a saber, que según este teorema la misma cualidad de los cuerpos puede manifestarse como gravedad o como inercia según determinadas circunstancias. De esta forma queda por determinar hasta qué punto es ese el caso y que relación guarda este fenómeno con los postulados de la relatividad general.

La igualdad entre masa inercial y masa gravitatoria como argumento a favor del postulado de la relatividad general

Para explicar este principio que iguala la masa inercial y la masa gravitatoria Einstein usa el ejemplo de un observador que encerrado en un cajón del tamaño de una habitación y lo suficientemente alejado de las estrellas y planetas, de tal forma que no experimenta gravitación alguna, encontrándose dentro del sistema de referencia de Galileo, es decir que se mueve con



movimiento rectilíneo uniforme sin ningún tipo de movimiento circular ni acelerado. Supone luego que gracias a un gancho colocado en la parte superior del cajón, se ejerce una fuerza tal, que hace desplazar el cajón a una gran velocidad y con un movimiento uniformemente acelerado y se plantea la interrogante de cómo juzgará este proceso el observador dentro del cajón.

Tomando en cuenta que el piso de la caja le transmite la aceleración, de modo que puede estar de pie de igual forma que se encontraría en la tierra y que si al coger un objeto cualquiera lo suelta, este caerá con la misma aceleración independientemente del objeto que use para el experimento. Es así que gracias a sus conocimientos sobre la gravedad, dicho observador llegará a la conclusión que junto con el cajón se hallan dentro de un campo gravitatorio constante y se sorprenderá de no caer en el campo gravitatorio y si observa el gancho del cual se está acelerando la caja comprenderá que se encuentra suspendido en dicho campo gravitatorio.

Según Einstein las conclusiones que maneja este observador en torno a los fenómenos interpretados no van en contra de la razón ni de las leyes de la mecánica conocidas de modo que señala que:

Aun cuando el cajón se halle acelerado respecto al «espacio de Galileo» considerado en primer lugar, cabe contemplarlo como inmóvil. Tenemos, pues, buenas razones para extender el principio de relatividad a cuerpos de referencia que estén acelerados unos respecto a otros, habiendo ganado así un potente argumento a favor de un postulado de relatividad generalizado. (Pág. 35)

Este argumento tiene como fundamento principal el hecho de que la fuerza de gravedad es la misma para todos los objetos independientemente de sus características particulares, que constituye el principio que iguala la masa inercial a la masa gravitatoria de modo que: “Si no existiera esta ley de la naturaleza, el hombre en el cajón acelerado no podría interpretar el comportamiento de los cuerpos circundantes a base de suponer la existencia de un campo gravitatorio, y ninguna experiencia le autorizaría a suponer que su cuerpo de referencia está «en reposo».”(Einstein, 1984, pág. 35)



El principio físico que propone la teoría de la relatividad general se entiende bajo el siguiente ejemplo: si el observador dentro del cajón sujeta una cuerda en el techo de ésta y amarra un objeto, de tal forma que la cuerda se tensa, caben dos interpretaciones de por qué se tensa la cuerda, a saber: el observador dentro de la caja afirmará que la cuerda se tensa porque está sosteniendo el peso del objeto para que no se precipite en el suelo debido a la gravedad, es decir, la fuerza que tensa la cuerda es la masa gravitatoria.

Por su parte un observador ubicado fuera de la caja, juzgará que la cuerda se tensa, debido a que esta transmite la aceleración de la caja al cuerpo amarrado, que permite tensar la cuerda por la resistencia del objeto, es decir, este observador atribuye dicho fenómeno a una consecuencia de la masa inercial. Por lo tanto queda demostrado el principio de que la masa inercial es equivalente a la masa gravitatoria propuesto por la teoría de la relatividad general.

Según este ejemplo se plantea que la teoría de la relatividad general permite formular resultados importantes en torno a la interpretación de la gravitación de forma que según Einstein (1984): “el desarrollo consecuente de la idea de la relatividad general ha suministrado las leyes que satisfacen el campo gravitatorio.” (Pág. 35) sin embargo, es necesario tener en cuenta que como se ve en el ejemplo, a pesar de que el observador del cajón interpreta los fenómenos de aceleración como consecuencias de un campo gravitatorio que según el sistema de referencia usado para las mediciones no existe, se puede plantear que los campos gravitatorios son siempre aparentes.

Por lo tanto, podría pensarse que en torno a un campo gravitatorio existente dentro de un sistema de referencia, puede haber la posibilidad de referirlo a otro sistema de referencia, en el cual desaparezca dicho campo gravitatorio.

Esto es posible solo a determinados campos gravitatorios con cierto tipo de estructura, por ejemplo es imposible para la tierra elegir un sistema de referencia dentro del cual su campo gravitatorio desaparezca en su totalidad.

1.2.2.2. Limitaciones de la Mecánica clásica y la teoría de la relatividad especial



La mecánica clásica que se basa en el siguiente principio: “los puntos materiales suficientemente alejados de otros puntos materiales, se mueven uniformemente y en línea recta o persisten en estado de reposo” que a su vez tiene validez únicamente para sistemas de referencia K en los cuales el movimiento tiene determinadas características, como la falta de movimiento circular y aceleración y que se hallan en movimiento rectilíneo uniforme con respecto a otros sistemas de referencia, no tiene validez para cuerpos de referencia K_1 con otras cualidades de movimiento entre estos la aceleración. Es así que dentro de la mecánica clásica y la teoría de la relatividad especial existen restricciones que permiten plantear que dentro de ciertos sistemas de referencia existen leyes de la naturaleza, que consideradas en otros sistemas de referencia no tienen validez.

Bajo estos planteamiento cabe la pregunta de ¿cómo es posible que existan ciertos sistemas de referencia privilegiados en los cuales se explican ciertas leyes de la naturaleza? Einstein (1984) responde a esta pregunta con un ejemplo muy lúdico e ilustrativo sobre el caso de dos ollas idénticas que contienen agua hasta la mitad, colocadas sobre hornillas de gas con las mismas características:

Advierto que de una de ellas sale ininterrumpidamente vapor, mientras que de la otra no, lo cual me llamará la atención... Si entonces percibo un algo que brilla con luz azulada bajo la primera olla, pero no bajo la segunda, se desvanecerá mi asombro, pues ahora podré decir que ese algo azulado es la causa, o al menos la posible causa de la emanación de vapor. Pero si no percibo bajo ninguna de las dos ollas ese algo azulado y veo que la una no cesa de echar vapor mientras que en la otra no es así, entonces no saldré del asombro y de la insatisfacción hasta que detecte alguna circunstancia a la que pueda hacer responsable del dispar comportamiento de las dos ollas. (Pág. 36)

Así también como en el ejemplo señalado es posible buscar las causas en la mecánica clásica y en la teoría de la relatividad especial, por las cuales existe una diferencia en las leyes que explican los fenómenos tanto en el sistema de referencia K y el sistema de referencia k_1 . Este dilema ya fue planteado por Newton quien intentó neutralizarlos, sin embargo según



Einstein fue el físico E. Mach, quien detectó con mayor claridad este problema y sobre todo propuso crear una nueva mecánica con fundamentos renovados. Es así que siguiendo esta línea de pensamiento Einstein plantea que: “La objeción solamente se puede evitar en una física que se corresponda con el principio de la relatividad general, porque las ecuaciones de una teoría semejante valen para cualquier cuerpo de referencia, sea cual fuere su estado de movimiento.”(Einstein, 1984, pág. 36)

1.2.2.3. Algunas conclusiones del principio de la relatividad general

Según los principios antes expuestos Einstein sostiene que la teoría de la relatividad especial permite deducir propiedades del campo gravitatorio por vía puramente teórica. Para lo cual plantea que.

Supongamos, en efecto, que conocemos la evolución espacio-temporal de un proceso natural cualquiera, tal y como ocurre en el terreno galileano respecto a un cuerpo de referencia de Galileo K. En estas condiciones es posible averiguar mediante operaciones puramente teóricas, es decir, por simples cálculos, cómo se comporta este proceso natural conocido respecto a un cuerpo de referencia K' que está acelerado con relación a K Y como respecto a este nuevo cuerpo de referencia K' existe un campo gravitatorio, el cálculo nos informa de cómo influye el campo gravitatorio en el proceso estudiado.(Einstein, 1984, pág. 37)

De esta forma si un cuerpo en relación al sistema de referencia K presenta un movimiento rectilíneo uniforme (según el principio de Galileo) manifiesta un movimiento acelerado de trayectoria curvilínea con respecto a un sistema de referencia K'. De modo que esta aceleración y esta curvatura se explica por la acción de un campo gravitatorio con respecto al sistema de referencia K', por lo que la influencia del campo gravitatorio conocida y la reflexión sobre este fenómeno no aporta nada nuevo.

Sin embargo es posible encontrar un resultado nuevo y de importancia fundamental al hacer consideraciones equivalentes para un rayo de luz. Considerando el sistema de referencia de Galileo, se propaga en línea recta con velocidad c. Respecto al cajón acelerado (cuerpo de referencia K'), la trayectoria del mismo rayo de luz ya no es una recta, como podría esperarse.



De aquí se infiere que los rayos de luz en el seno de campos gravitatorios se propagan en general según líneas curvas. Este resultado es importante para el desarrollo de dos conceptos, a saber:

1.-A pesar de que la reflexión demuestra que la curvatura que plantea la teoría de la relatividad general en el caso de los rayos luminosos es ínfima en el caso de los campos gravitatorios que presentan la experiencia concreta, debe tener el valor de 1,7 segundos de arco para rayos de luz que pasan por las inmediaciones del Sol. Este fenómeno debería explicar el hecho de que las estrellas fijas situadas en las cercanías del Sol, y que son observables durante eclipses solares totales, aparezcan alejadas de él en esa cantidad, comparado con la posición que ocupan para nosotros en el cielo cuando el Sol se halla en otro lugar de la bóveda celeste. La comprobación de la verdad o falsedad de este resultado es una tarea de la máxima importancia.

2.- La consideración anterior permite demostrar que, según la teoría de la relatividad general, la ley de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío, no puede presentarse absolutamente, porque los rayos de luz solamente pueden curvarse si la velocidad de propagación de ésta varía con la posición. Por lo tanto hay que considerar que esta consecuencia refuta la teoría de la relatividad especial y con toda la teoría de la relatividad en general. Pero los hechos demuestran lo contrario. Por lo que sólo cabe inferir que la teoría de la relatividad especial no puede arrogarse validez en un campo ilimitado; sus resultados sólo son válidos en la medida en que se pueda prescindir de la influencia de los campos gravitatorios sobre los fenómenos (los luminosos, por ejemplo).

A pesar de que los físicos que se oponían a esta interpretación de la realidad porque la teoría de la relatividad general refuta la teoría especial de la relatividad Einstein (1984) señala que:

Antes de quedar establecida la Electrodinámica, las leyes de la Electroestática pasaban por ser las leyes de la Electricidad en general. Hoy sabemos que la Electroestática sólo puede explicar correctamente los campos eléctricos en el caso —que en rigor jamás se da— de que las



masas eléctricas estén estrictamente en reposo unas respecto a otras y en relación al sistema de coordenadas. ¿Quiere decir eso que las ecuaciones de campo electrodinámicas de Maxwell hayan tirado por la borda a la Electrostática? ¡De ningún modo! La Electrostática se contiene en la Electrodinámica como caso límite; las leyes de esta última conducen directamente a las de aquélla en el supuesto de que los campos sean temporalmente invariables. (Pág. 38)

Bajo estas consideraciones Einstein señala que de acuerdo a la teoría de la relatividad general, la ley general del campo gravitatorio debe cumplirse para todos los campos gravitatorios, lo cual según la experiencia se ha cumplido, sin embargo antes es necesario desarrollar más a fondo las implicaciones de la teoría de la relatividad general en el comportamiento de la realidad.

1.2.2.4. El comportamiento de relojes y reglas sobre un cuerpo de referencia en rotación

En el desarrollo de este trabajo sobre la relatividad Einstein no aborda directamente la interpretación física de localizaciones espaciales y temporales en los casos que presenta la teoría de la relatividad general, sin embargo como él mismo señala, esto se debe a cuestiones de la dificultad que representan las consideraciones en torno a la realidad que plantea dicha teoría, pero a continuación con el planteamiento de un ejemplo concreto interpreta la realidad bajo los postulados de la teoría de la relatividad general.

Tomando una región determinada del espacio-temporal en la que, en relación a un cuerpo de referencia K que posea un estado de movimiento favorablemente escogido, no exista ningún campo gravitatorio; en relación a la región seleccionada, K representa por lo tanto un cuerpo de referencia de Galileo, por lo que respecto a él, son válidos los principios de la teoría de la relatividad especial. Considerando la misma región, pero relacionada a un segundo cuerpo de referencia K' que rota uniformemente respecto a K , pero que es disco circular que gira uniformemente alrededor de su centro y en su mismo plano. Un observador ubicado en posición excéntrica sobre el disco circular K' experimenta una fuerza que actúa en dirección radial hacia afuera y que otro



observador que se halle en reposo respecto al cuerpo de referencia original K interpreta como acción inercial (fuerza centrífuga).

Sin embargo, bajo la suposición que el observador colocado en el disco considera éste como un cuerpo de referencia estático, es decir en reposo, posibilidad que es permitida por el principio de relatividad. Hay que tener en cuenta que la fuerza que actúa sobre él —y en general sobre los cuerpos que se hallan en reposo respecto al disco— la interpreta como un fenómeno producido por la acción de un campo gravitatorio. Según Einstein “la distribución espacial de este campo no sería posible según la teoría newtoniana de la gravitación”, sin embargo como el observador toma como fundamento la teoría de la relatividad general, no le afecta este detalle y puede plantear una ley general de la gravitación que explique adecuadamente el movimiento de los astros y el campo de fuerzas que percibe.

Este observador, instalado en su disco circular, experimenta con relojes y reglas, con la intención de obtener, a partir de lo observado, definiciones exactas para el significado de los datos temporales y espaciales respecto al disco circular K' . ¿Qué experiencias tendrá en ese intento?

Para este caso particular se supone que el observador coloca primero dos relojes de iguales características, ubicando el uno en el punto medio del disco circular y el otro en la periferia del mismo, de forma que los relojes se hallen en reposo respecto al disco. La primera pregunta que se presenta consiste en saber si estos dos relojes marchan o no a la misma velocidad desde el punto de vista del cuerpo de referencia de Galileo K , que no rota. Observado desde el sistema de referencia K , el reloj situado en el centro no presenta ninguna velocidad, mientras que el de la periferia, debido a la rotación respecto a K , está en movimiento.

Según los resultados de la relatividad especial que predice la dilatación del tiempo en sistemas de referencia en movimiento, este segundo reloj marchará constantemente más despacio en relación a K , que el reloj estático ubicado en el centro del disco circular. Igual interpretación realiza el observador ubicado en el centro del disco. Es así que el disco circular, y de igual forma en otros campos gravitatorios, los relojes presentarán diferentes velocidades de acuerdo



a su posición. Por lo tanto, usando relojes ubicados en reposo respecto al cuerpo de referencia es imposible plantear una definición específica del tiempo. Ocurre lo mismo al intentar aplicar aquí la formulación sobre la simultaneidad.

De igual forma la definición de las coordenadas espaciales presenta en este caso dificultades, debido a que si el observador que se mueve junto con el disco coloca su escala unidad (una regla pequeña, comparada con el radio del disco) tangencialmente sobre la periferia de éste, su longitud, juzgada desde el sistema de Galileo, será más corta que 1, pues según los principios de la relatividad especial los cuerpos en movimiento presentan disminución en su masa en la dirección del movimiento de modo que si ubica la regla en la dirección del radio del disco, no habrá acortamiento respecto a K. Por lo tanto, si el observador mide primero el perímetro del disco, luego su diámetro y divide estas dos medidas, obtendrá como cociente, no el conocido número $\pi = 3,14\dots$, sino un número mayor, mientras que en un disco inmóvil respecto a K debería resultar exactamente π .

Bajo estas consideraciones es posible plantear que los teoremas de la geometría euclídea no pueden cumplirse exactamente sobre el disco rotatorio ni, en general, en un campo gravitacional. Así también Einstein señala que “el concepto de línea recta pierde con ello su significado”. De esta forma es imposible definir con exactitud las coordenadas x, y, z respecto al disco, usando para ello el método de la teoría de la relatividad especial. De modo que Einstein (1984) afirma que: “...mientras las coordenadas y los tiempos de los sucesos no estén definidos, tampoco tienen significado exacto las leyes de la naturaleza en las que aparecen esas coordenadas”. (Pág. 39) y que por último:

Todas las consideraciones que hemos hecho anteriormente sobre la relatividad general parecen quedar así en tela de juicio. En realidad hace falta dar un sutil rodeo para aplicar exactamente el postulado de la relatividad general. Las siguientes consideraciones prepararán al lector para este cometido. (Pág. 39)

1.2.2.5. El continuo euclídeo y el no euclídeo

Para ilustrar la significación de estas dos formas de interpretar el espacio Einstein parte de la noción del sentido común según la cual el espacio tiene



una constitución determinada, para lo cual usa el ejemplo de una mesa de mármol, en la cual para ir de un punto a otro no se requiere dar saltos, sino que se sigue linealmente la continuidad de un punto y otro, lo que representa un continuo.

De modo que si sobre esta mesa de mármol entendida como un continuo, se colocan una serie de figuras cuadradas formadas por varillas de la misma medida, hasta cubrir toda la mesa, se dice que en relación a estas construcciones con varillas la mesa representa un continuo euclidiano. Es así que si subrayo uno de los vértices de la malla en calidad de “punto de origen”, de modo que “cualquier otro podré caracterizarlo, respecto al punto de origen, mediante dos números. Me basta con especificar cuántas varillas hacia «la derecha» y cuántas luego hacia «arriba» tengo que recorrer a partir del origen para llegar al vértice en cuestión.”(Einstein, 1984, pág. 41) Considerando estos dos números se los puede catalogar como “las coordenadas cartesianas” de ese vértice con respecto al “sistema de coordenadas” establecido por las varillas colocadas.

Sin embargo esta construcción fácil de establecer se modifica si cambian las características de la mesa, por ejemplo en el caso de un aumento de temperatura en el centro de la mesa y no en los bordes, de modo que la construcción con varillas anteriormente señalada se hace imposible, debido a que las varillas del centro se dilatan. De esta forma para las varillas usadas como unidades de medida la mesa ya no representa un continuo euclidiano por lo que es necesario cambiar el método de las coordenadas cartesianas por otro sistema que inevitablemente refuta los principios de la geometría euclídea.

A este nuevo sistema para referirse al espacio se lo conoce como coordenadas gaussianas que se basan en el siguiente principio desarrollado por Einstein (1984):

Imaginemos dibujadas sobre el tablero de la mesa un sistema de curvas arbitrarias, que llamamos curvas u y a cada una de las cuales caracterizamos con un número. En la figura están dibujadas las curvas $u = 1$, $u = 2$ y $u = 3$. Pero entre las curvas $u = 1$ y $u = 2$ hay que imaginarse



dibujadas infinitas más, correspondientes a todos los números reales que están comprendidos entre 1 y 2. (Pág. 41)

Este ejemplo queda ilustrado por la siguiente figura:

Figura N° 6

Título: Esquema espacio no euclideo

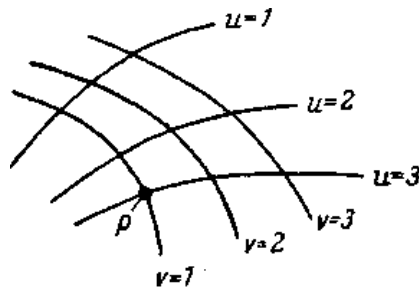


Fig. 3

Fuente: Enciclopedia Encarta

De esta forma estas coordenadas de curvas u se localizan en la mesa de manera tal que la cubre completamente de forma completamente densa. En esta construcción de curvas ninguna corta a la otra de modo que por cada punto de la mesa solo pasa una curva determinada, de modo que a cada punto de la mesa le corresponde un solo valor u . Así también se considera también que sobre la superficie se ha dibujado un sistema de curvas v que cumplen las mismas condiciones, que presentan cualidades comunes y están determinadas por números y que pueden tener también una forma arbitraria. De modo que según Einstein (1984) se establece que:

A cada punto de la mesa le corresponde así un valor u y un valor v , y a estos dos números los llamamos las coordenadas de la mesa (coordenadas gaussianas). El punto P de la figura, por ejemplo, tiene como coordenadas gaussianas $u = 3$; $v = 1$. A dos puntos vecinos P y P' de la superficie les corresponden entonces las coordenadas

$$\begin{aligned} P &: u; v \\ P' &: u + du \quad v + dv, \end{aligned}$$



donde du y dv representan números muy pequeños. Sea ds un número también muy pequeño que representa la distancia entre P y P' medida con una reglilla. Según Gauss se cumple entonces:

$$ds^2 = g_{11}du^2 + 2g_{12}dudv + g_{22}dv^2,$$

donde g_{11} , g_{12} , g_{22} son cantidades que dependen de manera muy determinada de u y de v . Las cantidades g_{11} , g_{12} y g_{22} determinan el comportamiento de las varillas respecto a las curvas u y v , y por tanto también respecto a la superficie de la mesa. En el caso de que los puntos de la superficie considerada constituyan respecto a las reglillas de medida un continuo euclidiano — y sólo en ese caso — será posible dibujar las curvas u y v y asignarles números de tal manera que se cumpla sencillamente

$$ds^2 = du^2 + dv^2. \text{ (Pág. 42)}$$

Según este ejemplo las curvas u y v constituyen líneas rectas en el sentido de la geometría euclidiana, y perpendiculares entre sí, y las coordenadas gaussianas serán sencillamente coordenadas cartesianas. Sin embargo, las coordenadas gaussianas representan una asignación de dos números a cada punto de la superficie, de tal manera que a puntos espacialmente vecinos se les asigna valores numéricos que difieren muy poco entre sí.

Estos argumentos son válidos en primer lugar para un continuo de dos dimensiones. Pero el método gaussiano se puede aplicar también a un continuo de tres, cuatro o más dimensiones. Con un continuo de cuatro dimensiones, por ejemplo, resulta la siguiente representación. A cada punto del continuo se le asignan arbitrariamente cuatro números x_1 , x_2 , x_3 , x_4 que se denominan «coordenadas». Según Einstein (1984) estos “Puntos vecinos se corresponden con valores vecinos de las coordenadas. Si a dos puntos vecinos P y P' se les asigna una distancia ds físicamente bien definida, susceptible de ser determinada mediante mediciones, entonces se cumple la fórmula: $ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2$ ” (Pág. 43) en la que las cantidades g_{11} , etc. tienen valores que se modifican de acuerdo a la posición en el continuo.

Estas consideraciones que se cumplen experimentalmente en el caso de la mesa y de la temperatura localmente variable y como la teoría de la relatividad general plantea que los campos gravitatorios modifican el continuo espacio-



temporal curvándolo, esta nueva forma de concebir el espacio con la curvatura del espacio pasan a constituir el fundamento mediante el cual la teoría de la relatividad general pasa a ser determinada por el siguiente postulado: “Todos los sistemas de coordenadas gaussianas son esencialmente equivalentes para la formulación de las leyes generales de la naturaleza”.

Esta nueva interpretación de la relatividad general se basa en el principio planteado por Einstein de que en los campos gravitatorios no existen cuerpos rígidos con propiedades euclidianas, sino que manifiestan curvaturas y que de igual modo los campos gravitatorios también influyen en la medida del tiempo.

2. Aspectos Gnoseológicos de la Teoría de la Relatividad Especial

Durante el desarrollo del pensamiento filosófico en el siglo XX, los temas tradicionales y quizá fundamentales de la filosofía, tales como la gnoseología o la ontología, que habían ocupado hasta la fecha a los filósofos, paulatinamente fueron dejados a un lado para dar paso a la reflexión sobre problemas más relacionados con las nuevas configuraciones de la sociedad y las implicaciones que tienen para el hombre contemporáneo. Los grandes sistemas que daban un tratamiento especial al tema del conocimiento y el ser, fueron desapareciendo paulatinamente, para acceder a interpretaciones centradas en aspectos más concretos de la vida del hombre.

Es probable que estos problemas que tradicionalmente trataba la filosofía, fueran dejados a un lado, porque la ciencia positiva ya constituida como una entidad completamente independiente y aceptada en su metodología, ocupó el lugar de ésta. Se considera por ejemplo, que la nueva ontología pasa a ser en la ciencia el estudio directo de la materia y la gnoseología es absorbida por la epistemología que también trata aspectos cognoscitivos pero ya dentro únicamente del conocimiento científico.

Este distanciamiento por parte de la filosofía de sus problemas principales fue una de las causas importantes por las cuales los nuevos postulados de la ciencia y sobre todo de la teoría de la relatividad, en torno a la realidad no pudieron ser interpretados a luz de la reflexión filosófica, por lo tanto, la teoría de la relatividad no ha sido trabajada en torno a inferir a partir de sus principios



las consecuencias para una visión más general del mundo, que ofrece la filosofía. Por lo tanto a modo de ensayo a continuación se presentan aspectos de la teoría de la relatividad relacionados con la gnoseología.

En primer lugar se encuentran las consideraciones particulares de la teoría de la relatividad en torno al papel desempeñado por el observador en la medición de fenómenos. Se cree por lo general que esta teoría física predice que todo aquello que se establece como real y verdadero, obedece únicamente a determinantes subjetivos del individuo que realiza la observación; sin embargo esta interpretación está muy alejada de los resultados que propone la teoría de la relatividad, ya que esta pretende suprimir los efectos del observador para acceder a descripciones objetivas sobre los hechos, la relatividad es también un intento por encontrar leyes generales que expliquen el mundo, sin embargo, el papel del observador debe ser considerado como requisito precisamente básico desde el que se parte, para superar sus efectos en la observación.

Es un hecho que el observador adquiere en la teoría de la relatividad consideraciones fundamentales en torno a su papel en las observaciones, de carácter más relevante que en las teorías clásicas de la física, puesto que por ejemplo, una de las cuestiones con la que se empieza a cuestionar las nociones clásicas sobre el espacio, se basa precisamente en la diferencia de la percepción del desplazamiento de un objeto en el caso del tren del cual este se lanza. Para un observador en el tren el desplazamiento es descrito como una línea vertical, por su parte, un observador fuera del tren establecerá que dicho movimiento en cambio representa una parábola. Como ya se mencionó en la teoría de la relatividad especial, estas consideraciones sobre cuál es el desplazamiento verdadero del objeto, llevo a cuestionar la noción sobre el espacio en el cual se creía ocurrían los sucesos naturales y que no tenía ninguna relación más que como fondo en el cual se dan los hechos.

Sin embargo, las diferentes percepciones que se pueden tener sobre el desplazamiento en el espacio de acuerdo al “punto de vista” del cual se observe -que en la teoría se denomina sistema de coordenadas de referencia- cuestiona dicha noción. En la teoría de la relatividad ya no se habla de un espacio absoluto en el cual ocurren los fenómenos naturales, sino que se trata



únicamente de descripciones sobre la realidad basadas en sistemas de referencia usados para la descripción.

Dicho sistema de referencia está íntimamente ligado al observador que desde este “lugar” realiza la observación, puesto que es su percepción la que determina la cualidad que posee el hecho, de modo que suponiendo una situación imaginaria en la que solo existiese una solo tipo de percepción sobre el mundo, sería imposible plantear la teoría de la relatividad.

Las diversas observaciones y por lo tanto de descripciones sobre el mundo permitieron el desarrollo de la teoría, ya que cada perspectiva ofrece diferencias en torno a la descripción del mundo, en esta caso concreto del desplazamiento en el espacio. Por lo tanto el primer aspecto de tipo gnoseológico presente en la teoría de la relatividad constituye aquel que hace referencia al papel preponderante del observador en la descripción de hechos, constituye el punto de partida de las dudas sobre las cualidades de la realidad que propone la relatividad, es la diversidad de descripciones la que permite formular una visión diferente sobre los hechos naturales.

Sin embargo, este reconocimiento del papel del observador también implica que a pesar de que cada observación modifica la descripción que se pueda realizar sobre la realidad, la teoría de la relatividad reconoce que el observador tiene sus límites y que a pesar de dichas diferencias para cada observador, existen leyes que explican la naturaleza de forma general y objetiva, es decir, para la teoría de la relatividad el mundo no se reduce a una observación, sino que, trata de romper el “cascarón” subjetivo en busca de leyes objetivas que no dependen del observador, sino del funcionamiento interno de la realidad.

Por lo tanto gnoseológicamente existen dos planos a considerar en la medición de fenómenos, a saber: en primer lugar un plano subjetivo que se reduce a los datos que el observador posee para describir la realidad, que en la física se denomina y está determinado por el sistema de referencia, para el cual los hechos tienen determinadas cualidades y características; y en segundo lugar, un plano objetivo, que se explica independientemente de la diversidad de observaciones que sobre él se puedan tener. Por lo tanto uno de los papeles de la gnoseología será reconocer cuales son los factores netamente subjetivos



en la observación, que obedecen únicamente por ejemplo a la ubicación del observador y su movimiento y cuáles son los factores objetivos presentes en ésta.

Es así que en torno a la posibilidad del conocimiento se debe determinar los factores dentro de los cuales se debe establecer la superación de los datos netamente subjetivos, que permitan alcanzar una descripción objetiva de los hechos, de la misma forma el criterio de verdad deberá desechar las observaciones que se circunscriben únicamente como datos proporcionados por el punto de referencia de la observación en los sistemas de referencia, para acceder a las leyes generales de la naturaleza que no dependen de estos

Otra de las consideraciones trascendentes que si no se vinculan directamente con la gnoseología permiten un “roce” con los temas que son de su interés y consideración, se basa en la nueva constitución de la realidad como un conjunto de relaciones entre hechos que nos remiten a su contexto real dentro del cual deben ser interpretados. Antes de la formulación de la teoría de la relatividad, los hechos eran considerados aisladamente sin tomar en cuenta su contexto para determinar sus cualidades físicas, es decir, por ejemplo, conceptos tales como espacio y tiempo se interpretaban únicamente como el fondo dentro del cual ocurrían los fenómenos naturales que no dependían de ningún factor exterior a ellos, que tenía además el carácter de absolutos y que no estaban determinados por las condiciones de los objetos, de esta forma sus cualidades eran interpretadas independientemente del contexto en las que se presentan.

Luego de la teoría de la relatividad y basados en sus implicaciones principales para estos dos conceptos (tiempo y espacio) las cualidades propias de la realidad pasan a estar determinadas por el contexto en cual se presentan, debido a que la noción de simultaneidad queda desechada y junto con ésta la noción de un tiempo absoluto que pasa a ser interpretado como una categoría que pertenece a cada objeto en particular y que presenta modificaciones en relación al estado de movimiento de los cuerpos.

Es decir, mientras más se aproxima la velocidad de un objeto a la velocidad de la luz mayor es la dilatación de tiempo que sufre, por lo tanto, la medición del



tiempo obedece a un contexto determinado marcado principalmente por la velocidad del objeto, es decir, para realizar una medición sobre los hechos es necesario considerar el contexto dentro del cual se realiza, contexto determinado principalmente por su movimiento.

De esta forma como predice la teoría de la relatividad también la masa y el tamaño del objeto sufren alteraciones por el movimiento de éste, por lo tanto su medición objetiva no es aislada de su contexto, ya que tendrá determinadas características en su masa y tamaño solo en relación a su velocidad de desplazamiento, es así que dentro de un contexto estático sus cualidades serán diferentes a las que presente en un contexto acelerado.

Y por último, la gnoseología que pretende determinar los alcances del conocimiento, en base a los postulados de la teoría de la relatividad debe asumir un papel más crítico, sobre todo basándose en la siguiente consideración, a saber: si el movimiento solo tiene un valor relativo, de relación en la medición de hechos entre sistemas de referencia y si dicho movimiento como afirma la teoría afecta tanto el tiempo como la masa, es imposible determinar los valores que poseen estos dos conceptos de forma absoluta, es decir, como el movimiento que los afecta no puede ser percibido sino en relación a sistemas de medición, sus valores obedecen a diversas relaciones entre las cuales es imposible determinar cuál es la única y absoluta. Solo de darse el caso de poder realizar una observación que no esté determinada por un sistema de referencia –cosa imposible porque todo observador determina dicho sistema- se podría determinar cuáles son las características del objeto independientemente de su relación arbitraria con otros objetos.

Por lo tanto según este planteamiento ciertos detalles de la realidad, sobre todo los que dependen de la relatividad de su movimiento, son conocidos únicamente de forma relativa y no absoluta, de esta forma la gnoseología debe determinar por ejemplo, criterios de verdad que se ajusten únicamente a casos concretos y que determinen explícitamente que ciertas cualidades de los objetos solo pueden ser determinados relativamente, que se explican y comprenden únicamente dentro del contexto de descripción y que fuera de esta pueden tener otras características.



2.1. Relación de la Teoría de la Relatividad Especial con los Hechos

La teoría de la relatividad fue una interpretación sobre la realidad de carácter revolucionario, en el plano científico representó la creación de un nuevo paradigma mediante el cual las nociones clásicas de la física fueron dejadas a un lado para abrirse a una interpretación completamente renovada en todos sus campos. Su principal complicación radicaba en que las concepciones del sentido común, que tenían una visión clara sobre la realidad, presentaban conflictos al momento de entender la teoría a la luz de las percepciones sobre el mundo, y se necesitó un cambio rotundo en cómo se entendía la realidad para aceptar los postulados de la relatividad y es en este punto que la relación de la teoría con los hechos vino a confirmarla.

En primer lugar, la interpretación clásica sobre el desplazamiento de la luz que se creía se movía por el éter, tal como las ondas de sonido se trasladan mediante el aire, presentó el principal conflicto con las nociones clásicas que devino en la formulación de la teoría. Como señala Steven Hawking (2001):

Hacia finales del siglo, empezaron a aparecer discrepancias con la idea de un éter que lo llenara todo. Se creía que la luz se propagaría por el éter con una velocidad fija, pero que si un observador viajaba por el éter en la misma dirección que la luz, la velocidad de ésta le parecería menor, y si viajaba en dirección opuesta a la de la luz, su velocidad le parecería mayor. Sin embargo, una serie de experimentos no consiguió confirmar esta idea. (pág. 5)

La primera relación de la teoría con los hechos consistió en que permitía explicar las leyes mediante las cuales varios observadores independientemente de su estado de movimiento median la misma velocidad constante para la luz, ya que los experimentos realizados por Michelson y Morley detectaron la misma velocidad de la luz en diferentes sistemas de referencia. Por lo tanto la primera noción que cambia la relatividad es sobre la concepción del tiempo, pues para explicar la constancia de la luz en diferentes sistemas de referencia se interpretaba el tiempo como un elemento de la realidad que variaba por el movimiento como señala Hawking (2001) “cada observador tendría su propio tiempo personal. Los tiempos de dos personas coincidirían si ambas estuvieran



en reposo la una respecto a la otra, pero no si estuvieran desplazándose la una con relación a la otra.” (Pág. 6)

Para comprobar este resultado de la teoría se realizaron varios experimentos entre los que se cuentan el que señala Hawking (2001) “se hizo volar alrededor de la Tierra y en sentidos opuestos dos relojes muy precisos que, al regresar, indicaron tiempos ligerísimamente diferentes.” De esta forma la primera relación de la teoría con los hechos es que ha sido comprobada como una explicación válida al momento de explicar los fenómenos de desplazamiento de la luz y la dilatación del tiempo en los objetos que se desplazan.

Así también dicha teoría al plantear la relación directa entre masa y energía propuso nuevos conceptos sobre la realidad mediante los cuales la luz y los objetos presentan cualidades particulares como señala Hawking (2001):

El postulado de Einstein de que la velocidad de la luz debe ser la misma para cualquier espectador implica que nada puede moverse con velocidad mayor que ella. Lo que ocurre es que si utilizamos energía para acelerar algo, sea una partícula o una nave espacial, su masa aumenta, lo cual hace más difícil seguirla acelerando. Acelerar una partícula hasta la velocidad de la luz sería imposible, porque exigiría una cantidad infinita de energía. La masa y la energía son equivalentes, tal como se resume en la famosa ecuación de Einstein $E=mc^2$. (Pág. 6)

Esta nueva concepción sobre la masa y la energía es la que con mayor fuerza se ha comprobado en los hechos, ya que constituye el fundamento teórico mediante el cual se diseñó la bomba atómica, pues ésta se basa en el principio de que si masa y energía son equivalentes una pequeña disgregación en la masa produciría grandes cantidades de energía, principio que explica la fisión atómica del uranio que tiene las capacidades destructivas que ya son muy bien conocidas.

Por su parte la teoría de la relatividad que se ajustaba correctamente con las leyes que gobiernan la electricidad y el magnetismo, no resultaba compatible con la teoría de Newton de la gravitación, porque esta ley implica según Hawking (2001):



...que si se modifica la distribución de materia en una región del espacio, el cambio del campo gravitatorio debería notarse inmediatamente por doquier en el universo. Ello no sólo significaría la posibilidad de enviar señales con velocidad mayor que la de la luz (lo cual está prohibido por la relatividad), para saber qué significa instantáneo también exigiría la existencia de un tiempo absoluto o universal, que la relatividad había abolido en favor de un tiempo personal. (Pág. 7)

Por lo tanto se requería una teoría renovada que interprete la gravitación usando como base los postulados y principios de la teoría de la relatividad. Es en este punto que Einstein plantea ideas desconcertantes para la época, como la equivalencia entre aceleración y campo gravitatorio, la imposibilidad de determinar en ciertos sistemas de referencia si los efectos gravitatorios se deben a la aceleración o a la acción de campos gravitatorios, sin embargo, esta explicación no cabe por ejemplo en la interpretación de la gravedad sobre la tierra, ya que si se ubican dos hombres en dos zonas antípodas es imposible señalar que es la aceleración la que provoca los efectos gravitatorios, ya que implicaría que ambos se alejan el uno del otro permaneciendo al mismo tiempo en el mismo lugar.

Para solucionar este inconveniente Einstein tuvo la genial idea de que esta teoría funcionaría correctamente si se interpreta el espacio-tiempo no en la forma tradicional basada en la geometría de Euclides, sino en la que se basaba en la deformación del continuo espacio-tiempo que produce la energía, que es la causa de las fuerzas de atracción gravitatoria entre los cuerpos, como señala Hawking (2001)

Su idea consistió en que la masa y la energía deformarían el espacio-tiempo en una manera todavía por determinar. Los objetos como las manzanas o los planetas intentarían moverse en líneas rectas por el espacio-tiempo, pero sus trayectorias parecerían curvadas por un campo gravitatorio porque el espacio-tiempo es curvo. (pág. 8)

Esta nueva interpretación fue confirmada en 1919, cuando una expedición británica a África occidental detectó durante un eclipse una ligera curvatura de la luz de una estrella al pasar cerca del Sol. Esta confirmación constituyó una



evidencia directa de que el espacio y el tiempo son deformados, y permite establecer otra relación directa de la teoría con los hechos.

2.2. Relación de la Teoría de la Relatividad Especial con las percepciones

Con respecto a la relación que la teoría de la relatividad guarda con las percepciones, como ya se mentó en el primer capítulo, esa también construye su descripción particular sobre la realidad en base a percepciones, su punto de partida constituyen ciertas dicotomías producidas en la observación de hechos que permiten reconocer la problemática principal que se presenta al momento de la percepción. La teoría de la relatividad parte de la consideración fundamental del "punto de vista" del que se realizan las mediciones sobre el mundo como un factor que determina sus cualidades. No hay que entender esto como una posición idealista que plantea la percepción como un elemento constituyente de la realidad, sino como un elemento en base al cual se habían creado conceptos, que considerados con los nuevos fundamentos de la teoría de la relatividad, adquieren nuevos significados y configuraciones.

Partimos en primer lugar, con las consideraciones acerca de la velocidad de la luz, que dentro de la teoría de la relatividad de Galileo y sus transformaciones sobre el movimiento relativo y la adición de velocidades en los cuerpos en movimiento tenía las mismas cualidades que cualquier fenómeno de desplazamiento. Es decir, al igual que si lanzamos un objeto desde un automóvil en movimiento, su velocidad será equivalente a la suma de la velocidad del vehículo y la velocidad que le imprime la fuerza de lanzamiento, la luz también entraría dentro de estas consideraciones, por lo que su velocidad se la relacionaba también con la velocidad del cuerpo emisor, sin embargo, el tantas veces mentado experimento de Michelson y Morley demostró todo lo contrario, la velocidad es igual para todos los sistemas de referencia independientemente del movimiento del cuerpo emisor.

Al respecto se considera que el ejemplo más significativo que ilustra fácilmente este fenómeno es que el planteó Russell sobre las gradas eléctricas en las cuales un hombre que se adelanta unos pasos llega más rápido al fin de la



escalera que aquel que se mantiene estático, fenómeno que no ocurre con la luz que tendrá la misma velocidad independientemente de la velocidad de las gradas eléctricas, la velocidad de la luz es el límite máximo de desplazamiento. De esta forma la percepción sobre la velocidad de la luz siempre será la misma en todos los sistemas de referencia. Esta percepción sobre la velocidad de la luz constituye el punto de partida de la teoría y el punto de quiebre con las explicaciones de la mecánica clásica, por lo tanto la percepción constituye un elemento fundamental en el desarrollo de toda teoría como también se presenta en este caso.

Por su parte la teoría de la relatividad permitió establecer que no existen sistemas de referencia (percepciones sobre hechos) privilegiados uno con respecto al otro. Es tan válida la medición que realiza un observador que es considerado estático en un sistema de referencia, como la de aquel que se encuentra en movimiento relativo, sin embargo, en la teoría clásica de la relatividad implícitamente se encontraba como observación preponderante la de aquel que se encuentra en un lugar fijo, es por eso que no se había cuestionado las nociones por ejemplo de simultaneidad.

Es la teoría de la relatividad la que en base al fundamento señalado anteriormente, de que no existe un sistema de referencia privilegiado, que partiendo de las diferentes descripciones que los observadores ofrecen de acuerdo a su sistema de referencia, permite establecer que el concepto de simultaneidad es relativo, como en el caso de la observación de los dos rayos de luz que para un observador fijo en la tierra ocurren simultáneamente mientras que para un observador en movimiento primero ve el destello hacia el que su movimiento se dirige y luego el otro destello del cual se aleja.

Por lo tanto la diversidad de percepciones que se pueden tener de cada uno de los fenómenos, obedecen a factores circunstanciales, es decir, lo que ve una persona no necesariamente es un fenómeno objetivo sino que tiene determinadas características que se limitan al sistema de referencia en el cual son hechas, las mismas que no pueden ser generalizadas para todos los observadores, en este caso lo que es simultáneo para unos no tiene que serlo para otros. Pero esto no representa como ya se ha dicho que la realidad



dependa del observador, existe claro está un elemento subjetivo en la observación que relativiza las cualidades observadas sobre un hecho, pero la teoría de la relatividad es precisamente el intento por desvincular la explicación de los fenómenos del factor meramente perceptivo para acceder a leyes generales y objetivas.

Sin embargo la consideración importante en este acápite constituye en reconocer la diversidad de percepciones que se puede realizar sobre un hecho como el factor que permitió cambiar la visión sobre la realidad en la teoría de la relatividad.

3. Qué es un hecho según la Teoría de la Relatividad Especial

El problema acerca de lo que la teoría de la relatividad desarrolla sobre lo que son los hechos, no es tratado explícitamente en los trabajos presentados por Einstein, pues para la mentalidad científica está muy clara la consideración entorno a la existencia del mundo, su objetividad se da como un postulado a priori que no tiene un tratamiento especial, se sobreentiende que el mundo se manifiesta como una entidad independiente del sujeto perceptor y hasta cierto punto tienen razón, pues las teorías científicas han demostrado que hay cuestiones acerca del funcionamiento del mundo que se desarrollan independientemente de toda consideración intelectual o perceptiva, sin embargo, es necesario hacer explícitos los planteamientos de la teoría de la relatividad en torno a los hechos, porque nos dan una visión amplia a ser tenida en cuenta en la búsqueda de la verdad y la explicación filosófica del mundo.

Se puede partir para desarrollar este punto importante para la gnoseología desde la definición de lo que no es un hecho en la teoría de la relatividad, pues se considera que esta noción aclara su contraria. En primer lugar no es un hecho para la teoría de la relatividad las consideraciones presentes en la primaria forma de esta teoría que señalan los postulados de Galileo, pues estos están restringidos a ciertos marcos de referencia con cualidades que no son objetivas, sino se las supone de antemano para poder explicar los fenómenos naturales.



Este grupo de suposiciones por ejemplo es la ley general de la inercia, según la cual un objeto alejado lo suficiente del efecto gravitatorio de los planetas se mantiene en movimiento rectilíneo uniforme, lo cual como Einstein lo señala es imposible, puesto que si se cambia de sistema de referencia dicho movimiento adquiere nuevas características entre ellas la aceleración provocada por el movimiento circular de los planetas en torno al sol, es decir, los supuestos de la teoría clásica de la relatividad no son un hecho, pues son simplemente zonas restringidas, usadas para explicar el mundo en base de modelos ideales.

Otro de los aspectos que no se considera un hecho objetivo dentro de la teoría de la relatividad, es el que hace referencia a la simultaneidad de los sucesos, como ya se vio en la teoría de la relatividad, lo que es simultáneo para un observador dentro de ciertas circunstancias no lo es para otro en su contexto observacional específico. En el ejemplo de la medición de dos rayos luminosos tanto por un observador fijo en la tierra y de otro en un tren en movimiento, se puede observar que la simultaneidad obedece a situaciones circunstanciales de medición en cada sistema de referencia, las mismas que no pueden ser asumidas como condiciones objetivas sino como un marco de referencia donde se observan ciertos detalles que carecen de sentido si se cambian las condiciones de la observación, en este caso concreto el movimiento del sujeto que realiza la observación.

Por lo tanto un hecho no queda restringido por un cierto tipo de percepción que sobre el podamos tener, sino que se requiere explicar un hecho en base de la diversidad de percepciones que se pueden presentar al momento de explicarlo, las mismas que permiten relativizar ciertas cualidades como es el caso de la simultaneidad. Si solo contara el criterio del observador fijo en la tierra, se podría establecer que la simultaneidad es un hecho objetivo, sin embargo, la inexistencia de esta cualidad para el observador en movimiento hace relativa a esta noción, por lo tanto se plantea la pregunta ¿dicha cualidad de simultaneidad es una determinación de tipo objetiva es decir es un hecho o solo se reduce a una observación particular?

La respuesta a esta interrogante se resuelve con una de las predicciones de la teoría de la relatividad, que establece un tiempo propio concerniente a cada



objeto y observador, un tiempo que al perder la cualidad de absoluto se torna igualmente relativo a cada observación realizada, cada sistema de referencia maneja un tiempo propio. Sin embargo, a pesar de que la teoría predice efectos de tipo relativo en torno a las diferencias que se presentan en cada sistema de referencia usado para las mediciones de los sucesos naturales, su principio fundamental de la relatividad que consiste en: “Todos los sistemas de coordenadas son esencialmente equivalentes para la formulación de las leyes generales de la naturaleza”, permite establecer que existen leyes generales que explican los fenómenos independientemente de las diferentes cualidades que estos presenten en su observación, es más, son estas leyes la que hacen comprensibles los cambios cualitativos en cada sistema de referencia.

En base a estas breves observaciones se puede concluir que un hecho para la teoría de la relatividad, es aquel grupo de sucesos naturales que se manifiestan físicamente y son medibles, explicables o inteligibles en base a leyes generales las mismas que desechan el factor subjetivo de la observación y la relatividad que estos datos presentan.

3.1. Qué es una percepción según la Teoría de la Relatividad Especial

Por su parte la teoría de la relatividad trata dentro de sus problemas principales el que hace referencia a la percepción, claro que no usa explícitamente este término, pero el mismo está presente en sus consideraciones sobre la observación y la medición de fenómenos físicos. Es inevitable que toda teoría que pretenda realizar una interpretación objetiva del mundo recurra a dilucidar en primer lugar los factores netamente perceptivos en la descripción de sucesos, pues esto permite precisamente dejarlos a un lado como un elemento circunstancial para acceder a una realidad que no se encuentra configurada con determinadas características por efectos de la percepción. Es así que a continuación se presentan dos aspectos fundamentales que para la teoría de la relatividad caen en el ámbito de la percepción, lo que nos permite también determinar qué es una percepción dentro del marco teórico de esta teoría.

El primer aspecto tiene que ver en primer lugar con los sistemas de referencia los mismos que constituyen todos aquellos aspectos dentro de los cuales se produce una observación y se representa gráficamente por el sistema de



coordenadas cartesianas, es decir, la situación que ocupa un sujeto al realizar las mediciones dentro de las cuales tienen determinados significados los sucesos físicos; y en segundo lugar, la curvatura del espacio y la geometría no euclídea como principal desprendimiento entre la percepción y el mundo objetivo.

Como señala Einstein (1986) “Cualquier descripción espacial del lugar de un suceso o de un objeto consiste en especificar el punto de un cuerpo rígido (cuerpo de referencia) con el cual coincide el suceso, y esto vale no sólo para la descripción científica, sino también para la vida cotidiana” (pág. 5) de esta forma se establece que una percepción es un referencia a las condiciones que presenta el observador las mismas que en la teoría de la relatividad se denominan sistema de referencia, dentro del cual la observación tiene cualidades específicas como en el caso por ejemplo de los dos observadores que miden la caída de un objeto desde un tren en movimiento. Para la percepción del sujeto fijo en la tierra dicha caída representa una línea recta, mientras que para el observador en el tren este mismo desplazamiento representa una línea parabólica, por lo tanto estas observaciones se circunscriben únicamente dentro de la percepción de cada sujeto.

Cada una de estas observaciones está referida al sistema de coordenadas, que viene descrita esencialmente por la especificación de la longitud de las tres verticales o coordenadas (x , y , z) que pueden ser trazadas desde el suceso hasta esas tres paredes en el plano cartesiano, que determinan diferentes cualidades de carácter únicamente perceptivas. Por lo tanto las percepciones sobre un suceso no especifican las cualidades objetivas de un hecho, sino que constituyen el punto de partida desde las cuales se accede posteriormente al hecho objetivo, si no fuera así tendríamos que establecer que una de las observaciones sobre la caída del objeto es errónea, lo que es imposible para la teoría de la relatividad puesto que no existe un único sistema de referencia privilegiado desde el cual se pueda realizar una descripción absoluta de los fenómenos, sino que cada uno es válido en sus respectivo contexto.

Es así que según los postulados de la relatividad una percepción es una observación realizada dentro de un sistema de referencia la misma que tiene el



valor de relativa. Esto también es determinable por ejemplo en otro de los resultados que plantea la relatividad, a saber, el espacio curvado por efectos de la masa y energía de los cuerpos físicos. La percepción inmediata sobre el mundo nos presenta un espacio de cualidades euclidianas, sin embargo, como demuestra la observación del eclipse solar en el cual se observan curvaturas de los rayos de luz, al pasar cerca del campo gravitatorio del sol, el espacio esta curvado, es decir es un espacio no euclideo.

Por lo tanto la percepción para la teoría de la relatividad es un dato inmediato que nos proporcionan los sentidos y los procesos mentales de decodificación de estos datos, que no corresponden a las cualidades objetivas de los hechos, puesto que si recurrimos a la concepción euclidea del espacio que presenta cualidades semejantes a las percepciones que poseemos sobre el espacio, es imposible entender la teoría de la relatividad, que predice la curvatura de los rayos de luz en campos gravitatorios y sistemas de referencia acelerados. La percepción es entonces una reconstrucción subjetiva del mundo que no tiene correspondencias objetivas por lo que no constituyen un elemento de juicio al momento de considerar la verdad de los postulados, su cualidad principal es la relatividad que manifiestan en la medición de hechos, puesto que al cambiar el sistema de referencia esta también se modifica.



Capítulo III

1. ¿Qué es Criterio de verdad?

En su forma más básica y primaria, el criterio de verdad es entendido como aquel grupo de condiciones y cualidades que debe poseer una teoría para ser aceptada como verdadera. Por lo tanto constituye un requisito indispensable que debe cumplir cualquier explicación sobre los fenómenos del mundo que pretenda ser verdadera. En base a este fundamento de carácter general acerca del criterio de verdad, se puede afirmar también que el conocimiento y la búsqueda de la verdad se convierten en un proceso mediante el cual, se trata de ajustar las teorías a dichas condiciones y cualidades que deben cumplir para ser verdadera.

Esta consideración acerca del criterio de verdad ha sido uno de los asuntos más relevantes dentro de los problemas que ocupan a la teoría del conocimiento como señala (Strawson, 1997) “históricamente, la primera de estas relaciones –la relación del concepto de verdad con los conocimientos y creencias- ha sido la más sobresaliente” (Pág. 135). Según el mismo autor, estas discusiones tienen su génesis en la disputa de dos formas de entender el criterio de verdad, a saber: en primer término, la teoría de la verdad como correspondencia, según la cual una creencia es verdadera si, y solo si, se corresponde con un hecho, un estado de cosas objetivamente existente; y en segundo lugar, la teoría de la verdad como coherencia, para la cual una creencia es verdadera si, y solo si, es miembro de un sistema de creencias que se acepte y que sea coherente, consistente y comprensivo.

En torno a estas dos formas de entender el criterio de verdad según Strawson se presentan una serie de dilemas que parten de la consideración si estas dos concepciones son de carácter antagónico o si es posible relacionarlos directamente, para lo cual es necesario tomar en cuenta los siguientes argumentos:

1.- Se debe establecer si las creencias de cada individuo que trata de explicar el mundo se basan en parte en la experiencia personal de los fenómenos.



2.- Las creencias acerca de la realidad del mundo no están basadas en experiencias directas con esta, sino que se aprenden indirectamente como en el caso de los aprendizajes escolares, que por lo tanto no tienen como fundamento una experiencia personal.

3.- Existen dos tipos de conceptos que se manejan, a saber: los conceptos generales que guardan relación con cuestiones objetivas al resaltar la identidad de ciertos fenómenos a pesar de su cambio constante; y los conceptos particulares que por lo general guían la acción pues se refieren a cuestiones concretas.

4.- Las creencias pueden ser incompatibles debido a la posibilidad de la contradicción que se pueda presentar en éstas, en casos dentro de los cuales, de entre dos explicaciones de la realidad necesariamente la una es verdadera y la otra queda desechada como falsa.

5.- Desde el punto de vista práctico es necesario que las teorías guarden coherencia entre sí, que en ciertos casos requiere la suspensión del juicio en la consideración de si en un sistema de creencias existe contradicción, pues solo es importante su aplicación en la vida individual y colectiva.

En base a estas consideraciones se puede inferir que el criterio de verdad se ubica en dos niveles según el uso que demos al conocimiento y al campo en que estos se apliquen, un nivel de tipo práctico del conocimiento que se relaciona íntimamente con la vida concreta de los individuos y dentro de cual el criterio que se usa es el de coherencia, y un nivel de tipo conceptual y epistemológico que se circunscribe a la explicación de los procesos del mundo y que pretenden una comprensión y un desarrollo teórico de tipo general. Dentro del primer tipo por ejemplo podemos encontrar las verdades morales que ordenan y organizan la vida en una sociedad, y dentro del segundo grupo se encuentran los conocimientos por ejemplo de las ciencias naturales que se sujetan al criterio de verdad basado en la correspondencia.

Por la naturaleza de los contenidos que ocupan esta investigación, que pretende desarrollar las implicaciones que tiene la teoría de la relatividad para la gnoseología, se considera únicamente el criterio de verdad entendido como



correspondencia de las teorías con hechos exteriores. Es así que al respecto de este criterio de verdad Strawson (1997) señala que:

...a cualquier teoría del conocimiento le demandamos que nos ofrezca una imagen realista del carácter general de nuestras estructuras de conocimiento y de nuestros sistemas de creencias, incluyendo, o dejando al menos espacio a una explicación de cómo se desarrollan y cómo pueden modificarse racionalmente (Pág. 149)

Condición que el criterio de verdad de correspondencia cumple pues su fundamento siempre será una relación directa de las teorías con los hechos dados objetivamente, estos últimos que representan el factor mediante el cual se han de modificar racionalmente las creencias sobre el mundo. Este criterio de verdad tiene por lo tanto la ventaja de amoldar las creencias individuales a un conjunto de sucesos exteriores a los cuales debemos referirnos siempre, que en palabras de Strawson (1997) se establece como:

...la formación del cuerpo de creencias de un individuo, la formación de su imagen del mundo, es el resultado causal de su exposición a, y de su interacción con, el mundo, incluyendo en ello la instrucción que reciba de los otros miembros de su comunidad. Y semejante exposición supone, como es evidente, la observación. (Pág. 149).

Por lo tanto, el principal requisito que presenta el criterio de verdad entendido como correspondencia es su constante referencia al mundo, que entendido como independiente del sujeto que lo percibe representa una visión de tipo realista, el cual constituye el primer y principal criterio que determina la verdad o falsedad de una teoría, como señala Strawson (1997) “En cada momento, puede decirse, nuestro sistema de conocimientos (o de creencias) tiene que adaptarse a las creencias que el curso de nuestra experiencia (el curso de nuestra observación) nos imponga en ese momento” (Pág. 150)

Esta creencia se remonta a los primeros tratados de la filosofía griega para quienes la representación de la realidad constituía como la adecuación del entendimiento con las cosas, como señala González (1996):

Para un pueblo como el griego antiguo, que amaba los límites, los contornos, las formas, las cosas bien simétricas y acomodadas, las precisas



percepciones, etc. aquella adecuación interpretábase como un reproducir la mente la imagen fiel de lo que las cosas son con independencia del espíritu. (Pág. 267)

Esta concepción implica que existe una realidad objetiva de carácter absolutamente real, que era posible aprender mediante las operaciones intelectuales. Este principio constituye uno de los fundamentos teóricos del criterio de verdad de correspondencia, que se ha mantenido a través de los tiempos y que a partir de la modernidad ha sido enfatizado con mayor fuerza, sobre todo por las ciencias positivas.

Dentro de esta concepción otro de los requisitos presentes constituye la supresión y superación de todos los elementos subjetivos que aporta el sujeto perceptor al momento de observar el mundo, se trata de decantar los elementos relacionados nada más que a la percepción, que aporta con ciertas cualidades que no tienen realidad objetiva, a estas cualidades se las conoce como elementos secundarios de la realidad, que los científicos tratan de suprimir en sus explicaciones del mundo. Es así como sostiene Gonzáles (1996):

...la imagen del mundo que ahora se forja la mente del científico se halla desprovista de colores, sonidos, sabores, etc. El desbanque de las cualidades secundarias físicas era el precio que había que pagar por la posibilidad de un conocimiento más preciso, preferentemente matemático, de la naturaleza. (Pág. 268)

Esta concepción desarrollada en la modernidad influenciada directamente por la filosofía griega de Platón y los neoplatónicos, contiene además consideraciones estéticas pues se interpreta la verdad como una manifestación armoniosa, plástica, sencilla y sobre todo bella, que por lo tanto determina el criterio de verdad dentro de los límites de la belleza con otros aspectos a considerar que señala Gonzáles (1996):

...la belleza de un universo extenso, material, tiene que ser belleza visual, la belleza de una realidad armoniosa, que exige la presencia del ojo del hombre para poder ser contemplada. Que algo sea verdad e irrepresentable es inconcebible para el hombre moderno. (Pág. 268)



Por lo tanto el criterio de verdad se relaciona íntimamente con la capacidad para que aquello que determinamos como verdadero pueda ser representado visualmente.

Es así que la matematización del conocimiento físico bajo esta necesidad de representación, viene determinada por la transformación de los contenidos de los problemas aritméticos o matemáticos en problemas geométricos, tal como lo desarrollaron Kepler y Galileo, como plantea Gonzales (1996) de esta forma para la ciencia entendida bajo este criterio de verdad “bastaba, pues, una imagen, si era realmente representativa de la realidad, para saber lo que las cosas eran, cualquiera que fuera el lugar que ocupáramos dentro del mundo infinito” (Pág. 269).

Dentro de esta perspectiva el desarrollo conceptual más importante en torno a esta forma de interpretar la verdad se encuentra en Descartes quien intentó, mediante la geometría analítica y junto con las ideas centrales de su método en torno a las ideas claras y distintas, que serían las principales cualidades que debería tener un enunciado para ser verdadero, desarrollar una idea completamente representable de la realidad física y matemática.

Sin embargo, esta forma de entender la verdad relacionándola con la capacidad para representarla, con el avance de la física y sobre todo con el desarrollo de la teoría de la relatividad, que incluiría en sus resultados sobre la estructura de la realidad las geometrías no-euclidianas el criterio de verdad adquiere nuevas connotaciones, sobre todo en lo referente a la necesidad de representación que deben ofrecer los conocimientos para ser verdaderos, pues dichas geometrías representan la cualidad de no poder ser representables al menos de la forma que se entiende y se espera tradicionalmente.

Así también junto con estos resultados de la teoría de la relatividad que plantea la existencia de un espacio curvo unido íntimamente con el tiempo (continuo espacio-tiempo) los avances en la física nuclear determinaron, que junto con las nociones clásicas de realidad y objetividad, la noción de verdades representables sean superadas, para dar paso a una interpretación de que las entidades que maneja la física tienen la cualidad de ser símbolos.



De esta forma la nueva interpretación sobre el criterio de verdad desecha los aspectos representativos, pero sigue entendiendo la verdad como una aproximación a lo real y objetivo, pero que como señala Gonzáles (1996) "...los símbolos de la física moderna, sabemos que apuntan a algo que confiamos en que es real, existente, pero que no estamos en condiciones de aproximarnos a ello y contemplarlo cara a cara, ahora sin necesidad del intermedio del símbolo."(Pág. 273)

Sin embargo se puede plantear que para "compensar" esta deficiencia de los nuevos conocimientos científicos, aparece y se desarrolla otro elemento a considerarse dentro del criterio de verdad y es el que hace relación a la utilidad. Este nuevo elemento del criterio de verdad viene representado por la fórmula general de que un conocimiento es verdadero a raíz de su valor pragmático, es decir, si los conocimientos nos permiten manipular y modificar las cosas y la realidad, entonces se determina que es verdadero.

Sin embargo como señala (Gonzáles, 1996) esta nueva interpretación de la verdad "...lleva el convencimiento íntimo del hombre, convencimiento que lo toma humilde y embarga a su ánimo de pesar, de que no reproduce, como antes, el ser de las cosas" (Pág. 275) De aquí radica la principal diferencia entre la ciencia antigua y moderna, con la ciencia contemporánea, pues en el caso de las primeras el conocimiento verdadero es útil, mientras que para esta última el conocimiento es verdadero porque es útil.

2. El criterio de Verdad de las Ciencias Empíricas

Una vez que ha sido discernido y clarificado el concepto básico de criterio de verdad, es necesario aplicarlo al campo de las ciencias empíricas, para lo cual se parte de una significación básica a este respecto, la misma que hace referencia al significado de la palabra experiencia. La experiencia se deriva del término griego "empeiria" que se traduce directamente por experiencia y aplicado al campo de la teoría del conocimiento, se entiende a aquellos conocimientos que se refieren o derivan de la experiencia.



Este aspecto es fundamental en las ciencias empíricas, ya que como su nombre señala constituye aquella forma de conocimiento que se relaciona directamente con una experiencia concreta. Como señala (Russell 1983) “La verdad consiste en una cierta relación entre una creencia y uno o más hechos distintos de la creencia” (Pág. 160), por lo tanto, podemos señalar que el principal rasgo distintivo del criterio de verdad de las ciencias empíricas es su relación con hechos concretos que determinan su carácter verdadero.

Esta forma de entender el criterio de verdad, nos remite en primer término a la diferencia que en torno a él se establece entre las diversas formas de conocimiento, de modo que a partir de sus consideraciones es posible establecer dos grupos generales de ciencias, a saber: las ciencias empíricas y las ciencias formales. Como señala Martínez (2000)

Quando por su estudio se clasifican las proposiciones de una ciencia se refieren a objetos reales, reciben el nombre de empíricas o fácticas, son ciencias experimentales. Cuando se refieren a objetos ideales, reciben el nombre de formales, son ciencias de relaciones. Estos dos tipos de ciencia se distinguen entre sí no sólo por su objeto, sino también por su método y criterio de verdad. En cuanto a criterio de verdad, en ciencias formales un enunciado se considera verdadero cuando no contradice a los demás elementos de sistema. En las ciencias fácticas un enunciado es verdadero solo cuando concuerda con la realidad, con los hechos que describe. (Pág. 22)

Por lo tanto, se puede afirmar que las ciencias experimentales basan su construcción de conocimientos que explican los fenómenos del mundo, en su relación directa con la experiencia y la necesidad que tienen de los hechos para determinar la verdad o la falsedad de sus enunciados, al respecto Russell (1975) señala que a partir de estos principios generales que definen a las ciencias empíricas, estas se desarrollan en base a tres etapas principales: “...la primera consiste en observar los hechos significativos; la segunda, en sentar hipótesis que, si son verdaderas, expliquen aquellos hechos; la tercera, en deducir de estas hipótesis consecuencias que puedan ser puestas a prueba por la observación” (Pág. 48) De esta explicación realizada por Russell a parte de plantear el criterio de relación de la teoría con los hechos, se desprende



también otro de los criterios principales de verdad a considerarse y que consiste en el carácter general de las explicaciones científicas.

Los “hechos significativos” son interpretados como aquellos sucesos en el campo de la naturaleza, que contribuyen a establecer o refutar alguna ley general, porque las ciencias empíricas a pesar de que parten de la observación de aspectos particulares de la realidad, no se encuentran determinadas por estos, sino que pretende alcanzar explicaciones generales. Como sostiene Russell (1975):

La ciencia, en su último ideal, consiste en una serie de proposiciones dispuestas en orden jerárquico; refiérense las del nivel más bajo en la jerarquía a los hechos particulares, y las de más alto, a alguna ley general que lo gobierna todo en el universo (Pág. 49)

De esta forma otra de las consideraciones importantes dentro del criterio de verdad en el campo de las ciencias empíricas, constituye el aspecto general de los contenidos que pueda tener una explicación sobre el mundo. Es así que por ejemplo, en el caso de la teoría sobre la gravedad formulada por Newton y la desarrollada por Einstein, es esta última la que se considera como más aproximada a la verdad porque explica de forma general un campo más amplio de fenómenos particulares.

Por su parte, otro criterio de verdad que se ha desarrollado primeramente en el área de la filosofía y luego mantenido implícitamente en las ciencias empíricas ha sido la evidencia. Según este criterio, podemos considerar como verdadero aquellos enunciados que parecen aceptables a primera vista, sin examen ulterior: aquello, en suma, que se intuye. Dentro de la filosofía pensadores como Aristóteles afirmaban que la intuición aprehende las premisas primarias de todo discurso, y es por ello la fuente que origina el conocimiento científico.

No solo Bergson; Husserl y muchos otros intuicionistas e irracionistas han compartido la opinión de que las esencias pueden cogerse sin más: también el racionalismo ingenuo, tal como el que sostenía Descartes, afirma que hay principios evidentes que, lejos de tener que someterse a prueba alguna, son la piedra de toque de toda otra proposición, sea formal o fáctica. Sin embargo,



dicho criterio tiene un carácter secundario dentro de las ciencias empíricas pero se encuentran presentes en la claridad y la precisión que debe contener toda teoría científica sobre todo en lo que respecta a los problemas que se formulan de manera clara y que permite distinguir cuáles son los problemas precisos.

Estas consideraciones en torno al criterio de verdad han sido generalmente tratadas por las teorías racionalistas que han puesto énfasis en la coherencia lógica como concepto definitorio de la verdad. Sin embargo para algunos autores esta tesis es considerada como insuficiente porque una teoría puede ser muy clara, coherente y lógicamente establecida (e incluso matemáticamente) y, sin embargo no resistir la evidencia empírica. Lo que si puede afirmarse es que la coherencia lógica es una condición de todas las teorías filosóficas o científicas, formales o factuales. El criterio de racionalidad lógica es la coherencia. Sin embargo, este criterio de racionalidad lógica, aunque es una condición de toda teoría, no agota el aspecto de racionalidad que ha de quedar explicitado en una adecuada conceptualización de la verdad.

Por su parte para otros autores lo que realmente cuenta en torno al criterio de verdad es lo que señala Bunge (2012) en que los científicos deben: "...ser capaces de enumerar las operaciones (empíricas o racionales) por las cuales es verificable (confirmable o desconfirmable) de una manera objetiva o al menos en principio." (Pág. 8) y por lo tanto como señala más adelante:

...las ciencias empíricas o fácticas tienen que mirar las cosas, y, siempre que les sea posible, deben procurar cambiarlas deliberadamente para intentar descubrir en qué medida sus hipótesis se adecuan a los hechos. Además de la racionalidad, exigimos de los enunciados de las ciencias fácticas que sean verificables en la experiencia, sea indirectamente (en el caso de las hipótesis generales) sea directamente (en el caso de las consecuencias singulares de hipótesis) En última instancia, solo la experiencia puede decirnos si un hipótesis relativa a cierto grupo de hechos materiales es adecuada o no. (Pág. 9)

Sin embargo el mismo autor sostiene que la experiencia no constituye un ente garantizador de que la hipótesis planteada sea considerada como la única verdadera. Los planteamientos que pretenden explicar los fenómenos del



mundo, solo hacen posible determinar si son o no probablemente adecuados, sin descartar por ello la posibilidad de que un estudio posterior pueda dar mejores aproximaciones en la reconstrucción conceptual de la fracción de realidad escogida.

Sin embargo estos criterios en torno a la verdad de la ciencia constituyen aspectos desarrollados “internamente” en el desarrollo científico, ya que existen otros criterios que establecen por ejemplo que los criterios que manejan la ciencia son establecidos de forma arbitraria sin consideraciones racionales o experimentales como señala Rojas (2001) “...son comunidades de sabios quienes determinan relaciones sociales, establecen reglas, convenciones, valores, lenguajes, mediante los cuales juzgan acerca de la verdad o falsedad de las teorías.” (Pág. 234)

Así también a parte de estas consideraciones empíricas y racionalistas en torno al criterio de verdad en las ciencias, existen también otro tipo de argumentos que parten de la vinculación directa de las ciencias con la sociedad y de las relaciones que se forman internamente en la comunidad científica, por ejemplo para Kuhn en el momento en el que ocurre una revolución científica, un cambio de paradigma, los científicos no simplemente recurren a argumentos netamente empíricos y racionales para convencer de los cambios en las teorías, sino que se recurre a la retórica, y hasta llega a plantear que el acceder a un nuevo paradigma es a modo de una conversión, en el sentido religioso del término.

Hay que considerar que Kuhn no excluye de ningún modo la argumentación racional ni la prueba experimental; sin embargo plantea que en los cambios de paradigma la historia muestra que no son suficientes estos métodos racionales que en la ciencia normal constituyen parte del consenso comunitario, porque también los científicos recurren a otro tipo de recursos arbitrarios.

Por su parte Foucault también sostiene que la ciencia presenta recursos disimiles a los racionales y empíricos pero va más lejos aún y sostiene que no solo hay retórica en las comunidades científicas, sino que también se establecen relaciones de poder que determinan el contenido de las ciencias empíricas. Dichas relaciones de poder están incluidas en la teoría de Kuhn, pero Foucault es más tajante al respecto, porque afirma que las mismas no se



dan solo en los periodos de revoluciones científicas, sino también en lo que Kuhn denominaba la ciencia normal.

Por último, el criterio de verdad dentro de la sociedad contemporánea, en la que la ciencia ha permitido grandes progresos en el área de la tecnología, gracias a que ciertos resultados que prevén las teorías científicas tienen un alto grado de aplicación, la ciencia también determina implícitamente el criterio de verdad por su grado de utilidad. De esta forma la búsqueda de la verdad adquiere un valor pragmático que podemos encontrar por ejemplo en los planteamiento de William James para quien la verdad se relaciona íntimamente con aquello que tiene un valor práctico y por tanto se establece en los procesos de verificación y falsación de teorías, pues es en este aspecto, donde se establece el vínculo de la teoría con la realidad y por tanto se determina el grado de utilidad que presenta.

Con relación a éste aspecto, la ciencia es eficaz en la abastecimiento de herramientas para modificar y manejar adecuadamente el mundo. Cuando se posee un conocimiento adecuado y útil sobre las cosas es posible manipularlas con éxito. Se considera que la utilidad de la ciencia es una consecuencia de su objetividad; sin proponer necesariamente alcanzar resultados aplicables, la investigación los provee a corto o largo plazo.

2.1. Inductivismo vs Falsacionismo Metodológico

2.1.1. Inductivismo

El inductivismo se deriva de la forma de razonamiento denominada inducción, que según el diccionario filosófico de (Mora, 1994), se remonta en primera instancia, a las referencias que sobre él encontramos en los trabajos platónicos. Plantea que parte del sustantivo epagoge que ha sido traducido por inducción, pero que sin embargo no tiene connotaciones técnicas, sino que hace referencia a nociones psicológicas y pedagógicas que señalan como hacer para inducir a alguien a adquirir conocimientos, es decir, se refiere a cómo hay que conducir a los individuos para que adquiriera el conocimiento aun ignorado. Por estos usos dados por Platón al término inducción, algunos autores sostienen que este filósofo griego no le daba el significado que hoy se le da.



Sin embargo, como afirma Mora (1994) en algunos pasajes Platón hace mención sobre ciertas cualidades del alma, que tiene la capacidad de acceder al conocimiento de los principios partiendo de las cosas sensibles mediante el discernimiento de lo más excelente que hay en la realidad. Estas nociones básicas sobre la inducción serán desarrolladas posteriormente de forma explícita por Aristóteles, quien introduce la palabra inducción como un término técnico que refiere a ciertos procesos de razonamiento.

Al respecto desarrolla la teoría lógica sobre el silogismo y la inducción. Establece que el silogismo constituye el proceso racional que va de lo universal a lo particular y constituye la única forma válida de razonamiento, mientras que por su parte la inducción consiste en ir de lo particular a lo universal y solo es válido en los casos en los que los objetos particulares, de los cuales se parte, puedan ser completamente enumerados.

Este último detalle acerca de los razonamientos de tipo inductivo es importante tenerlo en cuenta, puesto que posteriormente constituye el punto de partida para su respectiva crítica. Así también, otra de las características que define al razonamiento inductivo es como señala (Mora, 1994) que no es equivalente a una inferencia lógica puesto que “no opera a base de una visión directa de la conexión o conexiones racionales entre los términos empleados, sino a base de una especie de “mediación psicológica” hecha posible por una revisión de los casos particulares” (Pág. 1813)

Esta forma de razonamiento ha sido establecida, a lo largo de la historia de la ciencia, como parte del método por el cual proceden las ciencias para adquirir el conocimiento. Como sostiene Russell (1974) al caracterizar el conocimiento científico que:

La ciencia, en su último ideal, consiste en una serie de proposiciones dispuestas en orden jerárquico; refiérense las del nivel más bajo en la jerarquía a los hechos particulares, y las de más alto, a alguna ley general que gobierna todo el universo. Los distintos niveles en la jerarquía tienen una doble conexión lógica: una hacia arriba y la otra hacia abajo. La conexión ascendente procede por inducción; la descendente, por deducción. (Pág. 49)



Estas consideraciones acerca de cómo se entiende la ciencia, sobre todo en lo referente a la primera forma de obtener el conocimiento basado en la inducción (denominada inductivismo) fue desarrollado en primera instancia por Francis Bacon, que estableció los fundamentos metodológicos, mediante los cuales, la inducción constituía la forma principal de conocer, y, en su forma más explícita por los postulados de Comte en sus trabajos sobre la ciencia positiva. Los puntos de vista en torno al conocimiento que se consolidan en el positivismo, se fundamentan en la inducción, porque como señala (Losee, 1976) “El inductivismo es un punto de vista que destaca la importancia que para la ciencia tienen los argumentos inductivos” y, que por lo tanto apela a dos principios primarios, a saber:

-La investigación científica se basa principalmente en la generalización inductiva sobre los resultados de los experimentos y observaciones.

-Una ley o teoría científica solo queda justificada si los elementos de juicio pueden organizarse en un esquema inductivo.

Según el criterio de (Chalmers, 1988) este fundamento establecido para determinar el conocimiento científico, conocido también como “inductivismo ingenuo”, plantea que la observación constituye el punto de partida de la ciencia, el mismo que permite establecer enunciados observacionales de los cuales se formulan principios y leyes generales. Por lo tanto la fuente de la verdad de la ciencia así entendida, no se basa ni se sustenta en principios lógicos, sino en la experiencia. Y es en este punto donde se originan los conflictos inherentes al inductivismo, que permiten superar sus postulados aparentemente hegemónicos e indudables.

En primer lugar se presenta el problema de que al principio inductivo es imposible probarlo en la experiencia. Esta consideración se fundamenta en el mismo principio inductivista, de que todo conocimiento surge en la experiencia, puesto que para la inducción no existe una forma experimental de demostrarla, es decir, no existe ningún método de carácter experimental que demuestre la validez absoluta de la inducción.



Así también, se presenta el problema de la validez lógica de la inducción, en el que se plantea la existencia o no, de un principio de carácter lógico que permita justificar la inducción. Como ya se mencionó anteriormente, ya Aristóteles reconocía que solo el silogismo tiene validez lógica, mientras que la inducción es válida solo en ciertos casos, en los que sea posible enumerar todos los miembros de una clase, de la que se pretende inducir principios generales, por ejemplo, si se plantea el enunciado “Todos los cuervos son negros” el requisito para que sea verdadero es que en efecto se hayan observado que todos los cuervos tienen ese color, sin embargo, esto es imposible ya que a pesar de que se puedan observar todos los cuervos existentes es imposible determinar que cuervos que nazcan posteriormente presenten el mismo color. Por lo tanto, no existe un principio de tipo lógico que establezca la validez de la inducción.

Por su parte a diferencia de los razonamientos deductivos que basados en la inferencia, en los que la verdad de las premisas demuestra la verdad de las conclusiones, la inducción no presenta un recurso de tipo lógico semejante a la inferencia, que permita determinar que las observaciones particulares realizadas demuestren la verdad de las conclusiones, hay casos en los cuales, una premisa inductiva verdadera no demuestra la verdad de las conclusiones, por ejemplo, en el mismo caso de la inducción, que la inducción haya sido válida en algunos casos como en la explicación del movimiento planetario o algunos principios de la óptica que han permitido construir instrumentos útiles, no justifica ni demuestra la conclusión de que la inducción sea válida siempre.

Por otro lado la inducción que mantiene como uno de sus fundamentos la primacía de la observación en la adquisición del conocimiento, presenta la problemática en torno a este principio observacional, puesto que se plantea que a diferencia de lo que cree la inducción, la observación no es de carácter puro y primario sino que tiene como fundamento una teoría. Al respecto (Chalmers, 1988) argumenta que:

Se sabe de dos personas que observan el mismo objeto desde el mismo lugar y en las mismas circunstancias no tienen necesariamente idénticas experiencias visuales aunque las imágenes que se producen en sus retinas sean prácticamente las mismas. Lo que un observador ve depende en parte de su cultura (su experiencia, sus expectativas, sus conocimientos) y su



estado general. Se suma a esto el hecho de que las teorías preceden a los enunciados observacionales, es decir, los enunciados observacionales se hacen en el lenguaje de alguna teoría. Por lo tanto es falso que la ciencia comienza con la observación. (Pág. 3)

Del mismo criterio participa Norwood Russell Hanson, que en un texto sobre la observación, plantea el mismo dilema en torno a la observación, para lo cual presenta un ejemplo muy ilustrativo de dos observaciones de un mismo hecho realizadas por diferentes sujetos, a saber: Johannes Kepler y Tycho Brahe. Sostiene en este ejemplo que ambos observan el amanecer, pero que sin embargo la interpretación que dan al fenómeno es diferente, puesto que para Kepler el sol se encuentra fijo y la tierra es la que se mueve, mientras que para Tycho ocurre todo lo contrario, puesto que basado en Ptolomeo y Aristóteles cree que la tierra está fija y que son los otros cuerpos los que se mueven. Plantea que ambos observadores tienen la misma experiencia fisiológica visual que les permite ver el mismo objeto, sin embargo la interpretación la diferencia en la interpretación que cada uno le da también repercute en la observación, de modo que cada uno ve un hecho diferente, con lo cual se establece que la visión es una acción que contiene de antemano una carga teórica.

Al respecto (Chalmers, 1988) sostiene que “para establecer la validez de un enunciado observacional es necesario apelar a la teoría; las observaciones siempre se realizan a la luz de alguna teoría” (Pág. 3)

Así también criterios presentes en el inductivismo, como el de que se necesitan un número amplio de observaciones para formular principios generales que los expliquen, no pueden ser determinados racionalmente, puesto que no existe un criterio único y de carácter lógico que establezca el número de observaciones necesarias para determinar explicaciones generales y siempre está vigente el factor de que se puede producirse un caso diferente, que demuestre todo lo contrario de la conclusión.



2.1.2. Falsacionismo Metodológico

Para empezar este acápite sobre el desarrollo teórico realizado por Popper en torno al conocimiento científico, se puede partir a modo de ilustración general de una de sus tesis planteadas en su libro “Conjeturas y refutaciones” en la que señala “No hay fuentes últimas de conocimiento. Debe darse la bienvenida a toda fuente y a toda sugerencia; y toda fuente, toda sugerencia, deben ser sometidas a un examen crítico. Excepto en historia, habitualmente indagamos los hechos mismos y nuestras fuentes de nuestra información.” (Pág. 51) Esta tesis precisamente presenta el germen de lo que constituye el Falsacionismo Metodológico, porque nos plantea el criterio mediante el cual se critica los postulados del inductivismo y el carácter crítico que atribuye al conocimiento científico.

Uno de los primeros problemas que ocuparon a este pensador estaba relacionado con los criterios de demarcación entre la ciencia y la pseudociencia. La solución más difundida a este problema la presentaban los positivistas para quienes la ciencia estaba delimitada por la base observacional y el método inductivo, sin embargo, Popper sostiene que no estaba de acuerdo con este criterio, porque basado en las teorías físicas de Einstein podía plantear que estas por su naturaleza especulativa y abstracta estaban muy lejos de estar relacionada directamente con una base observacional y que la inducción es un método que carecía de posibilidad lógica.

Refiriéndose a la inducción como el método de la ciencia que consiste en su forma general, en el paso de enunciados singulares a enunciados universales, (Popper, 1980) sostiene que:

...desde un punto de vista lógico dista mucho de ser obvio que estemos justificados al inferir enunciados universales partiendo de enunciados singulares, por elevado que sea su número; pues cualquier conclusión que saquemos de este modo corre el riesgo de que un día sea falsa: así cualquiera que sea el número de ejemplares de cisnes blancos que hayamos observado, no está justificada la conclusión de que todos los cisnes sean blancos (Pág. 27)



De este modo plantea el problema general de la inducción que se ha tratado ya anteriormente y lo hace el punto de partida de su posterior desarrollo tanto acerca del criterio de demarcación como del falsacionismo metodológico. El tema central constituye por lo tanto si es posible justificar la verdad de los enunciados universales de la ciencia, a partir de las observaciones y experimentaciones científicas, tomando como criterio principal que estos últimos tienen únicamente validez particular puesto que solo se refieren a hechos concretos.

Por lo tanto, señala Popper, que las aseveraciones sobre el carácter experimental de los enunciados universales significan que dichos enunciados se reducen a la verdad de otros enunciados –enunciados singulares- que son verdaderos por experiencia y que “equivale a decir que los enunciados universales están basados en inferencias inductivas”. De este modo la pregunta sobre la verdad de las leyes generales, está constituida inherentemente por la consideración si la inducción está justificada lógicamente.

Bajo estas consideraciones se plantea la necesidad de que la inducción tenga un principio o enunciado que determine su carácter lógico, que de poseerlo suprimiría todos los problemas que en torno a la inducción se han planteado, según Reinchenbach citado por Popper (1980) evitar el planteamiento de este principio significaría privar a la ciencia de la posibilidad de establecer la verdad o falsedad de sus teorías. Según Popper (1980), este principio “...no puede ser una verdad puramente lógica... (sino) un enunciado sintético: esto es, uno cuya negación no sea contradictoria, sino lógicamente posible” (Pág. 28).

Siguiendo los planteamiento de Hume al respecto de este problema, Popper sostiene que la fundación de dicho principio no puede ser efectiva ya que origina una serie de incoherencias y al necesitar de un principio inductivo de tipo general requiere a su vez de la inducción y por lo tanto del planteamiento de otro principio de inducción de “orden superior” con lo que se produce una regresión infinita.

Según (Popper, 1980) Kant consciente de éste problema, trato de fundar el principio de inducción que él llamaba “principio de causación universal” con un



valor a priori sin éxito alguno. Así también él considera que estos problemas son insolubles y que por lo tanto plantea una nueva teoría denominada “método deductivo de contraste” que en su forma más general significa que las hipótesis científicas solo pueden contrastarse empíricamente. Este método consiste en primer término, una vez que se ha presentado una idea nueva o una teoría que trata de explicar fenómenos naturales, en extraer conclusiones a partir de ella por medio de deducciones lógicas y a continuación se siguen los siguientes pasos:

-Comparación lógica de las conclusiones unas con otras, que tiene el objetivo de establecer la coherencia interna del sistema.

-Estudio de la forma lógica de la teoría con la finalidad de establecer su carácter: si constituye una teoría empírica o puede darse el caso que sea tautológica.

-Comparación con otras teorías con el objetivo de determinar que si al finalizar el proceso de contrastación lo supera, constituirá un adelanto científico.

-Contrastación de la teoría por medio de la aplicación empírica de las conclusiones que pueden deducirse de ella, que tiene por objeto descubrir hasta qué punto satisfarán las nuevas consecuencias de la teoría a los experimentos de la práctica (ya sean experimentos científicos o aplicaciones tecnológicas prácticas)

Según (Popper, 1980) este método constituye la supresión y superación del inductivismo en el método científico, puesto que apela a otra forma de razonamiento que:

...en este caso el procedimiento de contrastar resulta ser deductivo. Con ayuda de de otros enunciados anteriormente aceptados se deducen de la teoría a contrastar ciertos enunciados singulares –que podremos denominar predicciones- ; en especial, predicciones que sean fácilmente contrastables o aplicables. Se eligen de entre estos enunciados los que nos sean deductibles de la teoría vigente, y, más en particular los que se encuentren en contradicción con ella. (Pág. 32)



Si después de realizar este procedimiento con las teorías resulta que estas son verificadas o aceptadas por la experiencia simplemente han pasado con éxito la contrastación, es decir, no se ha encontrado razones para rechazarla momentáneamente, así también si las conclusiones resultan falsadas por la experiencia la teoría de la cual estas se han deducido lógicamente debe ser rechazada y considerada como falsa. Una de las características principales de este método es que a pesar de que las teorías no resultan falsadas por la experiencia no significa que son asumidas como verdaderas, simplemente tienen una aceptación temporal puesto que se acepta la posibilidad que futuros sometimientos a la experiencia puedan refutarlas, a este respecto Popper señala que lo que se ha hecho con la teoría es demostrar su “temple” o su corroboración por la experiencia.

Así también Popper (1980) sostiene que:

En el procedimiento que acabamos de esbozar no aparece nada que pueda semejarse a la lógica inductiva. En ningún momento he asumido que podamos pasar por un razonamiento de la verdad de enunciados singulares a la verdad de teorías. No he supuesto un solo instante que, en virtud de unas conclusiones verificadas, puede establecerse que unas teorías sean verdaderas, ni siquiera meramente probables. (Pág. 33)

De esta forma, entre otros resultados que presenta el método desarrollado por Popper, como es por ejemplo el establecimiento del criterio de demarcación de la ciencia, el criterio de verdad a diferencia de cómo se lo ha entendido clásicamente, es decir, como las condiciones que debe cumplir un enunciado para que sea verdadero, pasa a ser entendido como el grado de veracidad de una teoría, que significa que, si una teoría a pasado ilesa en el proceso de contrastación, no se establece de este modo su verdad, sino su carácter conjetural entendido como la posesión de mayor grado de verosimilitud, es decir, constituye una aproximación a la verdad y no la verdad misma. De esta forma se dice que el método deductivo de contrastación no se señala cómo es la realidad, sino más bien, como ésta no es.

Uno de los resultados que presenta el desarrollo del siguiente trabajo de investigación, corresponde al reconocimiento de que el método popperiano



anteriormente presentado, requiere de ciertas condiciones para su cumplimiento, tomando en cuenta que lo que se pretende con ésta afirmación no es refutar dicho método, sino establecer ciertos lineamientos que deben cumplirse para que sea posible aplicarlo.

El falsacionismo metodológico al tener como uno de sus puntos centrales, el sometimiento de ciertas conclusiones que puedan extraerse de la teoría, a experimentación, es decir, se diseña un experimento mediante el cual, la experiencia confirma o refuta dichas conclusiones. De esta forma, es necesario que la primera condición que cumpla una teoría es que sea posible someterla a éste proceso de verificación experimental, por lo tanto, como se plantea más adelante, existen ciertos casos, específicamente la consideración acerca del movimiento de los cuerpos independientemente del sistema de referencia, que no cumple con ésta condición, por lo que el criterio de correspondencia implícito en el falsacionismo metodológico, en ese caso particular, es inaplicable, sin que aquello represente la refutación de dicho método.

3. Relación del criterio de verdad con la Teoría de la Relatividad

3.1. Carácter general de la teoría de la relatividad

Uno de los criterios considerados en relación a la aceptación o rechazo de una teoría científica, constituye aquel que hace referencia al alcance general que tienen las teorías para explicar un amplio espectro de fenómenos naturales. Los postulados de la teoría de la relatividad explican de forma general un campo mucho más amplio de fenómenos naturales, que si se mantenían los postulados de la física clásica eran inexplicables.

En primer lugar se encuentra la capacidad explicativa de la teoría de la relatividad acerca de los resultados presentados por el experimento de Michelson y Morley, que presentaban a la velocidad de la luz como una constante en todos los sistemas de referencia usados para su medición. Este resultado contrastaba completamente con las fórmulas de transformación de Galileo, en las cuales la velocidad de la fuente de luz también se sumaba a la velocidad de ésta, pero gracias a las consideraciones de Einstein en torno a la dilatación del tiempo y la contracción espacial en los objetos en



desplazamiento, se explica acertadamente la ley de la constancia de la velocidad de la luz en todos los sistemas de referencia.

Así también la relatividad explicaba de forma más exacta que los postulados Newtonianos, el fenómeno cosmológico conocido como perihelio de Mercurio. El movimiento del planeta Mercurio describe alrededor del sol una órbita elíptica y cuando se encuentra en la parte más cercana del sol se encuentra en el denominado perihelio, mientras que cuando se encuentra más alejado del sol se dice que se encuentra en el afelio. El movimiento de éste planeta presenta una velocidad mayor cuando se encuentra más cerca del sol, es decir, cuando se encuentra en el perihelio y su órbita elíptica presenta un deslizamiento singular, puesto que el perihelio se desplaza y da lugar a una deferente alrededor del sol.

Según las leyes de Newton esta elipse tenía que girar a razón de 575 segundos de arco por siglo que representa que al cabo de 225.000 años dicha elipse daría una vuelta completa, sin embargo, datos experimentales determinaron que el giro se realizaba a razón de 532 segundos de arco por siglo lo que representaba que en 244.000 años daría una vuelta. Esta incongruencia entre las predicciones de la teoría de Newton y los resultados experimentales, fue resuelta por los nuevos postulados de la relatividad que predecía con un valor más aproximado de 530 segundos de arco por siglo del perihelio de Mercurio.

3.2. Relación de la teoría con los hechos

Uno de los aspectos fundamentales de los resultados de la teoría de la relatividad, que la vinculaban directamente con los hechos concretos y que por ende la confirmaban como teoría aceptada en la explicación de las leyes naturales, constituye la predicción sobre la curvatura del continuo espacio-tiempo por el efecto de los campos gravitatorios. Según este principio de la curvatura del continuo espacio-tiempo se podría detectar que un rayo de luz que pase cerca de un campo gravitatorio presentaría en su desplazamiento una curva. Al respecto fue trascendental para la teoría de la relatividad la confirmación de este principio por la observación realizada por Eddington en 1919 a través de la medición de la posición de una estrella cercana al sol en la



fase total de un eclipse que demostró un desplazamiento de su posición real al pasar sus rayos en la cercanía del campo gravitatorio del sol.

Así también, otra de las predicciones que presenta la teoría de la relatividad en torno a la dilatación del tiempo en los objetos que se desplazan según el criterio de (Hawking, 2001) ha sido confirmada mediante la medición del tiempo en dos relojes sumamente precisos ubicados en dos aviones, que volando alrededor de la tierra en sentido opuesto, presentaron ligeras diferencias temporales

3.3. Utilidad práctica de la teoría

En torno a las aplicaciones prácticas y el uso de la teoría de la relatividad en el desarrollo de tecnología, se encuentra principalmente el principio de equivalencia entre energía y masa que constituye el fundamento teórico de la bomba atómica y las plantas de energía nuclear. Como plantea Hawking (2001) en relación a este resultado de la relatividad:

La masa y la energía son equivalentes, tal como se resume en la famosa ecuación de Einstein $E=mc^2$. Entre sus consecuencias hubo el advertir que si un núcleo de uranio se fisiona en dos núcleos con una masa total ligeramente menor, liberará una tremenda cantidad de energía. (Pág. 6)

Las bombas nucleares detonadas en Hiroshima y Nagasaki al final de la segunda guerra mundial demostrarían este principio, puesto que usando uranio-235 y mediante un proceso de bombardeo de neutrones que haciendo impacto en éste material provocan una fisión y una reacción nuclear en cadena, con el ya conocido poder destructivo.

Por su parte, éste principio de equivalencia entre energía y masa, es usado también en la práctica en la producción de energía eléctrica, gracias a la fisión controlada en reactores nucleares en las denominadas plantas de energía nuclear.

4. La teoría de la relatividad dentro de los parámetros del falsacionismo metodológico



Partiendo de los postulados principales planteados por Popper acerca del falsacionismo metodológico, es necesario analizar la teoría de la relatividad a la luz de ésta teoría epistemológica, para establecer los criterios que permitieron aceptarla como una teoría que explica los fenómenos naturales y posee mayor grado de veracidad en relación a otras teorías anteriores.

En primer lugar se encuentra la comparación lógica de las conclusiones unas con otras, que tiene el objetivo de establecer la coherencia interna del sistema, la misma que según el análisis lógico de la teoría de la relatividad se cumple de forma audaz y extraordinaria, puesto que según el criterio de algunos científicos como Hawking (2001), la teoría sorprende no solo por su sencillez y la forma clara en la que se exponen y tratan problemas abstractos y complicados, sino que su construcción lógica es uno de sus principales méritos, es decir, ninguno de los postulados presentes en la teoría se contradice o representa contrastes entre sí, por el contrario, cada una de sus partes como se ha expuesto en éste trabajo contienen un vínculo lógico necesario.

Bajo estas consideraciones también se cumple otro de los requisitos del falsacionismo metodológico, que se relaciona con el estudio de la forma lógica de la teoría, con la finalidad de establecer su carácter: si constituye una teoría empírica o puede darse el caso que sea tautológica, para lo cual es necesario establecer si dicha teoría presenta contenido empírico, relacionado directamente con el conjunto de consecuencias observables que se siguen de ella y que representa de igual forma su contrastabilidad en relación con otra teoría.

En el caso de la teoría de la relatividad se puede establecer que su carácter es particularmente empírico, puesto que para realizar la definición de conceptos tales como simultaneidad o desplazamiento espacial, importantes para el desarrollo de la teoría, recurre al análisis de estos conceptos sometiéndolos a casos concretos dentro de los cuales la forma tradicional de entenderlos no es válida, ni aceptable.

Por ejemplo, en el caso del desplazamiento espacial se establece que las cualidades que se le atribuye al movimiento de un cuerpo, depende directamente del sistema de referencia desde el cual se realice la observación,



resultado que entre otras cosas permite suprimir las tesis del espacio y reposo absolutos. Por lo tanto los conceptos básicos de la teoría de la relatividad no son tautológicos puesto que se refieren a cualidades concretas de la realidad.

Por su parte en relación a otro de los parámetros que plantea el falsacionismo metodológico sobre la comparación de la teoría de la relatividad con otras teorías, con el objetivo de determinar que si al finalizar el proceso de contrastación lo supera, constituirá un adelanto científico. Al respecto se puede señalar tres casos particulares en los cuales dicha teoría se muestra superior a la teoría clásica de Galileo y Newton y representa de igual forma un adelanto científico.

En primer lugar es posible señalar que la teoría de la relatividad explica de forma satisfactoria los resultados de los experimentos de Michelson y Morley en los que se demuestra la permanencia de la velocidad de la luz, independientemente del sistema de referencia que se use para medirla. A diferencia de los planteamientos de Galileo sobre la adición de velocidades, según los cuales, la velocidad de la luz también depende de la velocidad del cuerpo emisor, la teoría de la relatividad establece como uno de sus principios fundamentales, que la velocidad de la luz es una constante cosmológica invariable en todos los sistemas de referencia que se use para medirla. Así también, a diferencia de la teoría newtoniana de la gravitación, permite explicar de forma más aproximada el desplazamiento del perihelio de Mercurio.

Por su parte sobre la contrastación de la teoría por medio de la aplicación empírica de las conclusiones que pueden deducirse de ella, que tiene por objeto descubrir hasta que punto satisfarán las nuevas consecuencias de la teoría a los experimentos de la práctica, el hecho fundamental que se basa en éste principio, constituyó la observación del desplazamiento de las estrellas cercanas al sol durante un eclipse en 1918, que demostró experimentalmente una de las tesis de la teoría de la relatividad, según la cual, los campos gravitatorios generados por la masa de los cuerpos, deforman el continuo tiempo-espacio creando curvaturas espaciales.

Así también la equivalencia entre energía y masa que predice la teoría de la relatividad, fue demostrada de forma experimental en el diseño y detonación de



las bombas atómicas usadas al final de la segunda guerra mundial, en las que mediante la fisión del núcleo del uranio, quedó demostrado que una mínima pérdida de masa de un cuerpo representa la manifestación de una gran cantidad de energía

4.1. Casos en los que no se aplica el criterio clásico de correspondencia

Sin embargo, a pesar de que el falsacionismo metodológico permite una mejor construcción racional de la Teoría de la Relatividad, hay una anomalía que es importante señalar, puesto que abre la posibilidad de otra reconstrucción racional alternativa y superior.

Uno de los objetivos específicos de la presenta investigación, consistía en demostrar casos dentro de los cuales, el criterio clásico de verdad entendido como la correspondencia entre la teoría y los hechos, es imposible de aplicar. Esta posibilidad se manifiesta en uno de los aspectos que presenta la teoría de la relatividad en torno al movimiento relativo de los cuerpos, puesto que si se considera que todas las observaciones que se pueden realizar sobre los desplazamientos espaciales corresponden únicamente a relaciones con un sistema de referencia determinado, es imposible determinar la cualidad absoluta del movimiento de un objeto determinado, es decir, según la teoría de la relatividad se presenta el impedimento de determinar un contexto absoluto de movimiento de los objetos, porque cada observación realizada está estrictamente determinada por una perspectiva.

De esta forma solo sería posible establecer el movimiento absoluto de un objeto, si y solo si, se observa un objeto sin relacionarlo específicamente con un sistema de referencia, lo cual es imposible, porque cada medición realizada precisamente tiene la cualidad de aislar al cuerpo dentro de un determinado contexto de observación. Es así que la situación real del objeto acerca de su movimiento no se puede establecer absolutamente, tendría para tal efecto que realizarse una observación sin usar un sistema de referencia lo cual es imposible. Por lo tanto no se puede aplicar dicho criterio de verdad porque ninguna observación puede determinar cuál es el verdadero movimiento de los cuerpos independientemente de la perspectiva o sistema de referencia.



Es decir el planteamiento de la teoría de la relatividad sobre la imposibilidad del movimiento absoluto, puesto que éste únicamente puede ser referido y medido de acuerdo a un sistema de referencia, representa una situación en la que no se cumplen las condiciones para aplicar el falsacionismo metodológico, porque no existe experimento alguno, mediante el cual, se pueda determinar la situación real del movimiento de un objeto independientemente de su percepción o su denominado sistema de referencia.

Tomando en cuenta que para que una teoría se la acepte debe ser sometida a contrastación con los hechos, cualquier afirmación sobre el movimiento objetivo de un cuerpo independientemente de su sistema de referencia (percepción), no cabe dentro de las posibilidades de la percepción, ya que precisamente como se ha señalado anteriormente, dicha observación determina el movimiento de un objeto fijándolo a un sistema de referencia particular, del cual no se puede prescindir porque es condición necesaria de la observación, por lo tanto, el movimiento independientemente de una observación es un supuesto que no cabe dentro de las posibilidades de la medición.



Conclusiones

-Los resultados generales que presenta la teoría de la relatividad en torno a la estructura que presenta sobre la realidad, el papel del sujeto perceptor en la medición de fenómenos y la posibilidad de explicar la realidad mediante leyes generales, permiten en primer lugar, hacer posible la explicación verosímil – según el falsacionismo metodológico- de los hechos puesto que los explican satisfactoriamente; así también en segundo lugar, presenta la posibilidad de interpretar el conocimiento de ciertas cualidades de la realidad como el movimiento, la masa y el tiempo en relación a un contexto de percepción dentro del cual estas categorías de la realidad adquieren significado, y, por último, establece límites al papel que desempeña el sujeto perceptor en la medición de hechos, sin embargo, también reconoce su importancia, sobre todo, al constituir dentro de la teoría de la relatividad, el elemento principal de análisis mediante el cual se plantea que no existe un sistema de referencia absoluto en la medición de hechos, sino que cada observación es relativa a un sistema de referencia y, que por ejemplo, lo que para un sujeto es simultáneo para otro no lo es, es decir, las diferencias presentes en las percepciones sobre un mismo hecho constituyen el punto de partida de la teoría de la relatividad.

- El criterio de verdad que plantea la relación entre teorías y hechos como requisito para determinar la verdad, es inaplicable en el caso del movimiento, porque es imposible mediante una percepción determinar cuál es la cualidad exacta del movimiento de los cuerpos, debido a que cada medición realizada en un determinado sistema de referencia aísla a éstos de su contexto real o absoluto. Por lo tanto existe una restricción metodológica para su aplicación.

- Los resultados que plantean la teoría de la relatividad están en contradicción con las nociones que generalmente el sentido común tiene sobre esta, puesto que la relatividad establece que existen leyes generales válidas para todos los sistemas de referencia por lo tanto la sentencia de que “todo es relativo” no se aplica como un principio epistemológico.



BIBLIOGRAFÍA

- Bunge, M. (5 de Enero de 2012). *La ciencia: Sumétodo y filosofía*. Obtenido de www.aristidesvara.com.
- Chalmers, A. (1988). *Qué es esa cosa llamada ciencia?* Argentina: Siglo XXI Editores.
- Einstein, A. (1984). *Sobre la teoría de la relatividad especial y general*. España: Alianza Editorial.
- González, F. A. (1996). *Supuestos metafísicos en las ciencias*. San José, Costa Rica: Universidad autónoma de centro américa.
- Hawking, S. (2001). *El universo en una cáscara de nuez*. Barcelona: Editorial Planeta.
- Losee, J. (1976). *Introducción Histórica a la filosofía de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Martinez, V. (2000). *Más allá del espejo de la memoria*. México: Plaza y Valdez.
- Mora, J. F. (1994). *Diccionario Filosófico*. Barcelona: Airel S.A.
- Pinillos, J. (1970). *La mente humana*. Barcelona: SALVAT.
- Ponty, M. (1975). *Fenomenología de la percepción*. Barcelona: Ediciones Península.
- Popper, K. (1983). *Conjeturas y refutaciones*. Barcelona: Paidós.
- Popper, K. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Londres: TECNOS.
- Resnick, R. (1976). *Conceptos de relatividad y teoría cuántica*. México: Limusa.
- Rojas, C. (2001). *Invitación a la filosofía de la ciencia*. Humacao.
- Rouvière, H. (1999). *Anatomía Humana: Descriptiva, topográfica y funcional*. Barcelona : MASSON.
- Russell, B. (1985). *ABC de la relatividad*. Barcelona: ORBIS S. A.
- Russell, B. (1983). *El conocimiento humano*. Barcelona: Ediciones Orbis.
- Russell, B. (1983). *El conocimiento humano*. Barcelona: Ediciones Orbis.
- Russell, B. (1875). *La perspectiva científica*. Barcelona: Ariel .
- Russell, B. (1975). *La perspectiva científica*. Barcelona: Ariel.



Schopenhauer, A. (1949). *La cuádruple raíz del principio de razón suficiente*. Buenos Aires: Biblioteca Nueva.

Spagnolo, L. (2009). *Relatividad cinematográfica y dinámica*. Argentina: Nueva Librería.

Strawson, P. F. (1997). *Análisis y Metafísica*. Barcelona: Paidós.