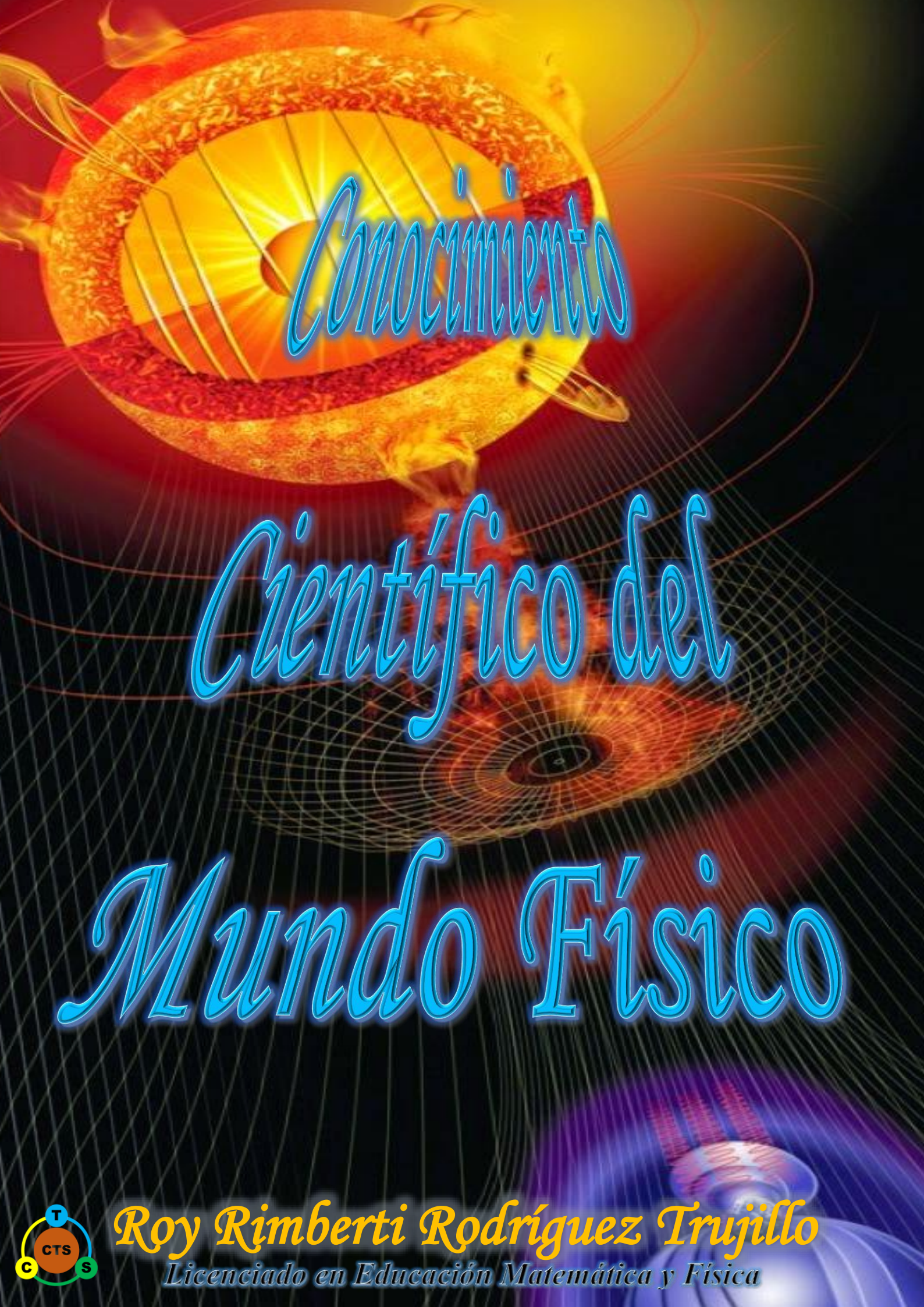




Conocimiento Científico del Mundo Físico



Roy Rimberty Rodríguez Trujillo

Licenciado en Educación Matemática y Física



Será bien difícil, hacerle justicia a todo el esfuerzo y dedicación de los profesionales del área de educación que le ponen a su trabajo, principalmente por las largas horas que tienen que invertir en el diseño, recopilación y sustentación de la información científica que tiene que ser transmitido a las siguientes generaciones de profesionales. Todo este material es propiedad intelectual no solamente de aquellos que lo diseñaron inicialmente, sino, también es patrimonio de la humanidad que se alimenta de su conocimiento a través de ella y que a su vez, también lo transmiten a otros.

Durante los cinco años de formación profesional que realice en la Universidad Peruana Los Andes, en la ciudad de Huancayo, tuve la grata oportunidad de conocer el potencial científico y educacional que me fue transmitido a través de sus profesores, razón que me inspiró para continuar esta línea de estudio, principalmente en la Especialidad de Matemática y Física, siempre fui apasionado por las ciencias básicas, y de cómo es asimilado por nuestros estudiantes. Es claro que el conocimiento en Matemática y Física no termina ahí, apenas es el inicio de esta larga aventura del conocimiento humano, ya que, saber Matemática y Física, involucra conocimientos en Psicología, Administración Pública, Biología Humana, Ciencias próximas a la Física, desarrollo de Tecnología Educacional y tantas otras que podrían ser mencionadas y que no me alcanzaría toda mi vida para explicarlo detalladamente.

Lo que intento explicar, es sobre la enorme importancia que tiene la educación en el proceso económico y social de todo país del mundo, la clave del éxito siempre fue, es y será "LA EDUCACIÓN", sin esa poderosa herramienta, es totalmente imposible, poder hablar de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), que lógicamente involucra el todo de nuestra sociedad, siendo así, la piedra angular de nuestra superioridad sobre las otras especies que habitan en este planeta, es lógicamente nuestra capacidad de adquirir nuevos conocimientos, que sea de utilidad para las siguientes generaciones. Ya algún tiempo atrás, en mis inicios de estudio, alrededor del año 2000 en la Universidad Nacional del Callao, tenía bien claro lo que estaba sucediendo en el Perú y en el mundo entero, al escuchar esta frase que marco mi vida: "Es necesario adquirir nuevos conocimientos y aceptar los cambios que ocurre en el mundo entero, hoy en día, cualquier economía del mundo puede caer e incluso desaparecer, pero siempre tendrá una respuesta, una solución, si su pueblo está debidamente preparado y para eso, tiene que estar educacionalmente preparado para asumir esos cambios". Fue lo que marco mi vida y fue lo me permitió entender esta necesidad mundial, de adquirir conocimientos y compartirlo con toda persona que desee conocer más y de forma gratuita a través de este libro.

Mg. Roy Rimberty Rodríguez Trujillo
Universidade Federal do ABC, São Paulo – Brasil

FRASES

“No permitas que nadie diga que eres incapaz de hacer algo, ni si quiera yo. Si tienes un sueño, debes conservarlo. Si quieres algo, sal a buscarlo y punto.”

“Lo que parece no ser nada a los ojos del mundo, cuando se valora y se usa adecuadamente, puede ser una de las mayores riquezas.”

“Seguía siendo soñador pero era más realista que nunca, sabía que este era el momento de navegar. En el horizonte vi un futuro brillante. La diferencia ahora es que sentía el viento en mi espalda. Estaba listo.”

“Otros pueden cuestionar tus credenciales, tus documentos y tus títulos. Otros pueden buscar todo tipo de formas para disminuir tu valor. Pero lo que está dentro de ti nadie puede quitarlo ni deslucirlo.”

“La esperanza es una cosa hermosa, pero es mejor tener esperanza y un plan.”

“El secreto del éxito es encontrar algo que ames tanto hacer que no puedas esperar a que salga el sol para hacerlo.”

Christopher Paul Gardner

*Libro Digital - Ebook
Autorizado por el Autor del Libro*

“Recuerda las siguientes frases, escucha a las personas que sí tuvieron éxito en su vida, porque son ellos, los que realmente conocen el camino verdadero al éxito”.

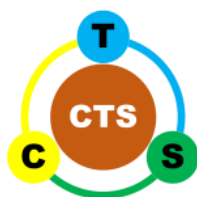
Roy Rimberty Rodriguez Trujillo

INDICE

UNIDAD TEMÁTICA 1:	
CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	7
UNIDAD TEMÁTICA 2:	
METODOLOGÍA CIENTÍFICA	30
UNIDAD TEMÁTICA 3:	
MAGNITUDES FÍSICAS FUNDAMENTALES	41
UNIDAD TEMÁTICA 4:	
PROPIEDADES DE LA MATERIA	92
UNIDAD TEMÁTICA 5:	
LA TIERRA Y EL UNIVERSO	103
UNIDAD TEMÁTICA 6:	
FENÓMENOS FÍSICOS	132
UNIDAD TEMÁTICA 7:	
FUERZAS DINÁMICAS	141
UNIDAD TEMÁTICA 8:	
ENERGÍA	166
UNIDAD 9:	
FLUIDOS	197

LIBRO DIGITAL - Ebook
Autorizado por el Autor

Edición : Ciencia, Tecnología y Sociedad
Versión : 1
Año : 2018



Unidad Temática I

EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO LA CIENCIA

OBJETIVOS:

- **GENERALES:**

Identifica los conceptos básicos de la ciencia

- **ESPECÍFICOS:**

-Discrimina ideas principales, secundarias y complementarias de la ciencia

-Describe las características de la ciencia

CAPACIDAD DESARROLLADA:

Comprensión de Información

EVALUACIÓN DE ENTRADA

1. ¿Qué es la Ciencia? Elige las distintas opciones y justifica tu elección:
 - a) Aceptar como verdadero aquello que resulte agradable a nuestras inclinaciones intelectuales.
 - b) Aceptar una opinión y luego defenderla desesperadamente contra cualquier opinión contraria.
 - c) Aceptar una doctrina en virtud de la autoridad de quien la ofrezca.
 - d) Aceptar provisionalmente una explicación (hipótesis) en virtud de su contrastación con el resto de teorías ya conocidas y con la información empírica pertinente.
2. Nuestra época ha recibido el nombre de “era de la técnica” porque constantemente se producen descubrimientos que aplican con fines prácticos los conocimientos de la ciencia. Cada día aparece un nuevo remedio para enfermedades, un nuevo modelo de coche, un ordenador nuevo, y nos desbordan las noticias sobre autopistas de la información, manipulan genética, viajes siderales... La ciencia y la técnica sin duda progresan, ofreciéndonos toda clase de medios para ser más libres y felices. Pero ¿sabríamos decir si realmente están ayudándonos a progresar?, ¿es la panacea que resolverá todos nuestros problemas? Intenta contestar a esta cuestión.
- 3- ¿Somos más felices, ahora que tenemos ciencia, que nuestros antepasados, que prácticamente carecían de ella en el sentido actual?, ¿Es igual bienestar que felicidad?
- 4- Lee el siguiente texto y contesta

"Estoy convencido de que, hasta ahora, en cuanto conocemos de su historia, el ser humano no ha cambiado de una manera sustantiva. Hubo, sí, cambios de postura, adaptaciones, mudanzas que parecieron estrepitosas;- pero "pasados, los siglos horas fueron". Ni la muerte de Sócrates, ni la mansedumbre del Buda, ni el exigente amor de Cristo, ni la creatividad de Leonardo, ni el hallazgo de América, ni las sucesivas revoluciones cambiaron esencialmente al hombre. Sin embargo, quizá algo está sucediendo en nuestros días que lo transforma: algo mecánico, computador, impuesto y frío. Es como si, en un instante incierto, el camino hecho al avanzar por la

Humanidad se hubiese torcido imperceptiblemente y, al aumentar la velocidad del avance, tal camino se hubiera desviado más y más, hasta perder de vista el deseable.(...) Porque, en efecto, no somos hoy más felices, ni más pacíficos, ni más amorosos. ni más longánimos, que nuestros antepasados. No tenemos más tiempo para nosotros mismos, ni han disminuido nuestras desgracias, ni se nos han suavizado los obstáculos. Es preciso, en consecuencia, reflexionar sobre la trampa tecnocrática en que caímos presos, y corregir los pasos peor dados.(...) ... Las sociedades menos desarrolladas todavía se ocupan en su impulso y en sus aspiraciones; tienen una labor que hacer, antes de descubrir lo que nosotros ya hemos descubierto. Pero entre nosotros esa ilusión no cabe: sabemos que vivimos a costa de ellas, encharcando con nuestro abominable egoísmo la Tierra, comprobando que la tecnocracia nos arrastra a unos límites de salvajismo y criminalidad ante los que no es lícito cerrar los ojos ni un día más. Romper los ritmos naturales nos condujo a una riqueza, desalmada e insatisfactoria, que pisotea la miseria ajena. Frenemos de una vez este triste progreso. Retrocedamos ya. El problema de un mundo como el nuestro no tiene otra solución como la espiritual. Indigna que las religiones se hayan consagrado en monopolizadoras del espíritu; no me refiero a ellas, sino a lo que de creativo existe en cada alma. Hemos de ser poseedores de lo "nuestro". Y lo inherentemente nuestro no son las propiedades materiales, ni siquiera nuestras dotes de sensibilidad e inteligencia. Lo "nuestro" es aquello con lo que nos relacionan nuestra inquietud y nuestra actividad creadoras."

(Antonio Gala. Carta a los herederos.)

¿Qué opinas del texto leído?

- 5- Normalmente uno se imagina al científico recluido en su laboratorio, como si su actividad no tuviera nada que ver con el mundo en el que vive. ¿Crees que el conocimiento científico es objetivo, neutral, imparcial?. ¿Depende el futuro de la humanidad de lo que el científico haga?
- 6- ¿Crees que la ciencia progresa indefinidamente, que no hay vuelta atrás?
- 7- ¿Qué tipos de ciencias conoces? ¿Puede decirse que la Parapsicología es una ciencia? ¿y la Astrología? ¿por qué?

CONCEPTOS TEÓRICOS:

La Ciencia: *Ciencia es por un lado un conjunto de conocimientos obtenido a través de un método específico, y por el otro, es el método por el cual se obtienen esos conocimientos, el método científico.*

Ciencia es un proceso de investigación metódico y la descripción de los resultados y métodos de investigación con la finalidad de proveer conocimiento de una materia. A través de manera metódica y controlada, se alcanzan nuevos conocimientos, que se consideran válidos mientras no sean refutados. Lo que implica que la ciencia no produce verdad incuestionable, sino que su producto puede ser contrastado y refutado en cualquier momento. Las principales características que posee la ciencia son las siguientes: sistemática, acumulativa, metódica, provisional, comprobable, especializada, abierta y producto de una investigación científica. La ciencia forma parte esencial de la vida moderna, y el conocimiento científico, que es un tipo de conocimiento, también es criticado.

Clasificaciones de las ciencias: Una ciencia puede ser "formal" o "factual". La lógica y las matemáticas son ciencias formales: sólo tratan con conceptos y sus combinaciones y, por lo tanto, no se sirven de procedimientos empíricos ni de datos-excepto como fuentes de problemas o como ayuda en el razonamiento. La física y la historia, entre otras, son factuales: tratan de cosas concretas tales como rayos de luz o empresas comerciales. Por consiguiente, necesitan procedimientos empíricos, como la medición, junto con los conceptuales, como la observación. Las "ciencias factuales" pueden dividirse en "naturales" (por ejemplo, la biología), "sociales" (por ejemplo, la economía) y "biosociales" (por ejemplo, la psicología)

Origen etimológico de la palabra ciencia: La palabra ciencia viene del latín "scire" que significa saber.



INDICADORES DE LOGRO

INDICADOR	TECNICA	INSTRUMENTO
Identifica las características de la ciencia desarrollando las diversas actividades propuestas	Observación sistemática	Cuestionarios



ACTIVIDAD

- Se recuperan los saberes previos de los alumnos
- Se procesa la información



RESUMEN

Esta unidad tiene tres partes claramente diferenciadas:

I. El concepto moderno de “ciencia”, tipos y “métodos” científicos.

II. Problemas de “filosofía de la ciencia”:

- Falsacionismo contra inductivismo.
- El giro histórico-sociológico de la ciencia.
- Concepciones alternativas de la ciencia.

III. Análisis crítico del saber científico.

- Límites de la ciencia.
- El sentido de la tecnociencia: emancipación y responsabilidad.

I. EL CONCEPTO MODERNO DE “CIENCIA”, TIPOS Y “MÉTODOS” CIENTÍFICOS

- 1.1 El concepto moderno de ciencia:** El término «ciencia» (*scientia*) procede del verbo latino *scire*, que significa «saber». Etimológicamente, «ciencia» equivale, pues, a «el saber». Sin embargo, hay saberes que no pertenecen a la ciencia, tal como hoy la entendemos, por ejemplo, el saber común u ordinario. Cuando alguien sabe que «ha subido el precio del petróleo», tiene, sin duda, un conocimiento, pero no lo consideramos como conocimiento científico. También decimos que el artesano que, trabaja los metales sabe que «el hierro es más duro que el plomo», sin embargo, no calificamos este saber de científico. El científico, a diferencia del artesano, no sólo tiene información adquirida por medio de la experiencia ordinaria, sino que además explica por qué los hechos son de ese modo. Por tanto, podemos decir que no todo saber puede considerarse como científico.

Parece, pues, necesario precisar qué tipo de saber es el científico. Por ejemplo, la ciencia es un saber teórico, susceptible de aplicación práctica y técnica, es un saber riguroso, sistemático y crítico. Todas éstas son características de este tipo especial de saber que llamamos «ciencia», pero no son suficientes, pues tienen el inconveniente de no distinguir entre la ciencia y la filosofía

Durante muchos siglos se mantuvo esta falta de diferenciación entre ciencia y filosofía. En el mundo griego, ciencia era *epísteme*, es decir, el tipo de conocimiento superior, el más elaborado. Platón lo oponía a «opinión», (*doxa*), que era el conocimiento propio del mundo sensible, el de los objetos empíricos. La *epísteme* era el conocimiento propio del mundo inteligible, eterno, inmutable, tal y como eternas e inmutables eran las ideas a las cuales se refería. Aristóteles, por su parte, lo concebía como un tipo de conocimiento universal y necesario producido por deducción a partir de principios, y por ello no afectado por las imperfecciones del conocimiento puramente sensorial, limitado y contingente. En la jerarquía de conocimientos que proponía, la *epísteme* era el conocimiento previo al nivel supremo de conocimiento o sabiduría (*sofía*).

Así, tanto lo científico como lo filosófico eran tipos de conocimiento con pretensiones de universalidad, necesidad, inmutabilidad y eternidad. En verdad, la *episteme* tenía muy poco de nuestro actual concepto de ciencia, tan ligado a la indagación observacional y experimental de la naturaleza y de un carácter eminentemente hipotético y, por ello, revisable.

En el Renacimiento se produjo la llamada «revolución científica», desarrollada desde mediados del siglo XVI hasta finales del XVII, y es ahí donde la línea divisoria entre la contribución filosófica y la científica queda trazada. Y esto ocurre porque determinadas ciencias particulares, sobre todo algunas de las ciencias empíricas de la naturaleza como la física y la astronomía, se organizan, determinan sus rasgos específicos y adquieren su autonomía, diseñando su propio método, el método científico.

Los dos elementos que permitieron la diferenciación e independencia del saber o conocimiento científico respecto del filosófico, y determinaron la aparición de la llamada «ciencia moderna» fueron la experiencia entendido como experimentación y la aplicación de la matemática al estudio de la realidad.

Se entiende por experimento un conjunto de actividades convenientemente planificadas con ayuda de fórmulas matemáticas, con las que se pretende descubrir cómo se comportan las cosas. El objetivo del conocimiento científico no es determinar qué son las cosas, sino cómo se comporta, y para ello no basta con observar qué sucede espontáneamente, sino que es preciso construir la experiencia, controlarla, de modo que muestre los aspectos que interesa conocer. Ésta es la noción básica de experiencia sobre la que se elaboran las ciencias empíricas con sus diversos métodos.

1.2 Los métodos del saber científico:

1.2.1 Método de las ciencias formales.- Las ciencias formales son aquellas que no se refieren a hechos de la experiencia, sino a la forma de los razonamientos y de las argumentaciones. Se rigen por su propia coherencia interna y se desarrollan con independencia del acontecer externo a ellas. Esto no significa que no tengan aplicación.

De hecho, Galileo quedó sorprendido al comprobar que el mundo real responde a los experimentos formulados con lenguaje matemático. Son ciencias formales la lógica y la matemática. Los dos tipos de inferencia demostrativa más frecuentes en las ciencias son la deducción y la inducción. La deducción se utiliza tanto en las ciencias formales como en las empíricas, pero las ciencias formales la usan como procedimiento casi exclusivo.

Se entiende por deducción el proceso de razonamiento que permite derivar de una o varias proposiciones dadas, llamadas premisas, otra, que es su consecuencia lógica necesaria y que se denomina conclusión. Un ejemplo de sistema deductivo es el ajedrez, porque maneja unos símbolos (las piezas), unas reglas de formación (las instrucciones sobre la posición de las piezas) y unas reglas de transformación (las reglas sobre los movimientos de las piezas).

El ideal metodológico de las ciencias formales es constituirse en un sistema axiomático, es decir, adoptar en su integridad la estructura deductiva. Para ello, el sistema ha de contar con los siguientes elementos:

- **Axiomas**, que son principios fundamentales indemostrables dentro del sistema. Se seleccionan por su utilidad, su fecundidad, su implantación en la ciencia correspondiente, etc. Por ejemplo, dos axiomas de la geometría euclidiana son «el todo es mayor que la parte» y «por un punto exterior a una recta sólo puede trazarse una paralela a ella».
- Reglas de formación y de transformación, que permiten extraer nuevos enunciados válidos para ampliar el sistema. Por ejemplo, las reglas que se deben seguir para sumar.
- Teoremas, que son los enunciados obtenidos deductivamente a partir de axiomas o, de otros teoremas ya demostrados. Un ejemplo sería el teorema de Pitágoras.

1.2.2 Método de las ciencias naturales.-Así como las ciencias formales utilizan sobre todo el método deductivo, las ciencias naturales se han servido de la demostración inductiva. El método completo de las ciencias naturales recibe el nombre de método hipotético-deductivo, pues contiene momentos de inducción y momentos de deducción.

Demostración inductiva

Se entiende por inducción un tipo de razonamiento en el que se obtiene una conclusión general (para un determinado ámbito) a partir de una serie de casos singulares conocidos por experiencia.

Hay dos tipos de inducción: completa e incompleta. En la inducción completa se parte del conocimiento individual de todos y cada uno de los casos que se dan dentro de un ámbito, mientras que la inducción incompleta se apoya en una serie de comprobaciones individuales, que no abarcan la totalidad de los casos posibles. Por lo tanto, la conclusión no será cierta, sino probable, y tal probabilidad será mayor o menor según la cantidad de casos comprobados.

Método hipotético-deductivo.

El método completo de las ciencias naturales se estructura en tres niveles: enunciados protocolarios, leyes y teorías.

- Los **enunciados protocolarios** expresan fenómenos del mundo susceptibles de ser constatados empíricamente. Son enunciados objetivos y comunicables unívocamente. Por ejemplo, «todos los cuerpos suspendidos en el espacio gravitatorio caen».
- Las **leyes** son enunciados universales que expresan el comportamiento o la relación que guardan unos determinados fenómenos de un modo regular e invariable. Antes de que un enunciado universal pueda ser considerado como ley de la naturaleza no es más que una hipótesis, un enunciado aún no verificado. Si la experiencia la confirma, pasa a ser ley. Un ejemplo clásico es la ley de la gravedad: «Todas las masas del universo se atraen recíprocamente con una fuerza que es directamente

proporcional al producto de las mismas e inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias.

- Las **teorías** son enunciados universales de los que pueden deducirse todas las leyes de una ciencia particular. Dan unidad a una ciencia y permiten hallar nuevas leyes. Un ejemplo es la teoría de la relatividad.

Los pasos del método hipotético-deductivo son:

- a) Punto de partida: se detecta mediante **observación** y/o **experimentación** un problema no resuelto por el saber disponible. Lo observado tiene que ser, además, cuantificado, reducido a una medida. Si quiero formular una explicación científica sobre las temperaturas que se registran en una determinada zona geográfica, de nada me sirve la información que me suministra mi sentido térmico, de nada me hace comprobar que hace mucho calor o mucho frío. Tendré que usar el termómetro y medir en una escala centígrada los grados existentes. He cuantificado la cualidad “temperatura”.
- b) Se elaboran una o varias hipótesis explicativas del hecho observado o del problema detectado. la imaginación para formular hipótesis es, indispensable en las ciencias. Las hipótesis son suposiciones, conjeturas que la mente fabrica, y que como tal no procede de la experiencia. Las hipótesis científicas establecen relaciones de dependencia funcional entre dos o más fenómenos. Dicho de otro modo, , explico la variación de un fenómeno por la variación de otros fenómenos. Al fenómeno que trato de explicar se da el nombre de “variable dependiente”, y al fenómeno que interviene en la variación, el de “variable independiente”, porque puedo manejarlo a voluntad. Por ejemplo, si quiero comprobar el rendimiento de los alumnos en el estudio, formulo la siguiente hipótesis: “el rendimiento de los alumnos está en proporción inversa al ruido existente en la clase”. El rendimiento de los alumnos es la variable dependiente, mientras que los ruidos son

la independiente. Puedo deducir distintas situaciones posibles, como “¿cómo aprenden más los alumnos, en absoluto silencio, escuchando una suave música clásica, o un poco de rock duro?”

c) La hipótesis se formula matemáticamente y se deducen consecuencias contrastables por la experiencia. Es el momento deductivo de la ciencia empírica.

d) Las consecuencias se someten a contrastación (verificación y falsación) mediante la experimentación.

- **Verificación.** Una hipótesis es verdadera cuando los hechos observados concuerdan con los hechos deducidos de la hipótesis. Hay autores que prefieren hablar de **corroboración** y no de verificación, porque, aunque la hipótesis concuerde con los hechos, de ella nunca se podrá decir que es verdadera, sino sólo que ha sido confirmada.

- **Falsación.** Una hipótesis se refuta o «falsa» cuando los hechos en el mundo no concuerdan con los hechos deducidos de la hipótesis.

e) La hipótesis, comprobada en un cierto número de casos, se acepta como **ley**, es decir, adquiere validez general.

Establecidas varias leyes por este procedimiento, se intenta unificarlas mediante una teoría general de la que puedan derivarse deductivamente. Para ello se establece hipotéticamente la teoría, se elabora matemáticamente y se deducen nuevas leyes que puedan ser contrastadas por experiencia. Si se logra verificarlas o confirmarlas, se admite la validez de la teoría.

1.2.3. El método de las ciencias sociales.- El objeto de las ciencias sociales es la realidad social, lo cual plantea una peculiar relación entre sujeto y objeto del conocimiento: el sujeto forma parte del objeto de estudio.

Este hecho confiere a las ciencias sociales las siguientes características propias:

- El objeto de conocimiento es también un sujeto.

- La capacidad de predicciones menor que en las ciencias naturales, porque interviene la libertad.
- La capacidad de generalizaciones menor que en las ciencias naturales, ya que lo que es válido para un individuo o un grupo puede no serlo para otro. Incluso hay ciencias que no se ocupan de hechos generalizables y repetibles, sino individuales, como la historia.
- La neutralidad valorativa es imposible, porque el investigador no es independiente de lo investigado.

Estas características llevan a un problema clásico: ¿ha de ser el método de estas ciencias del mismo tipo que el de las naturales? la respuesta apunta hacia dos tradiciones diferentes: la **empírico-analítica** y la **hermenéutica**. La primera, que persigue la unidad de la ciencia, exige aplicar el método de las ciencias naturales a las ciencias sociales. La hermenéutica, por su parte, considera que las ciencias sociales tienen un estatus diferente y han de adoptar una metodología propia.

Habría así **dos clases de enfoque metodológico**: uno dirigido a la explicación, y otro, a la comprensión.

Explicar un fenómeno consiste en conocer las causas que lo producen. **Comprender** un acontecimiento consiste en captar su sentido, para lo que es preciso situarse dentro de los hechos. Por ejemplo, no puedo comprender los ritos funerarios de una cultura que me es ajena si no intento introducirme en ella de algún modo.

Algunos autores utilizan la noción de **“explicación comprensiva”** porque consideran que en ocasiones no es posible separar explicación y comprensión, pues la explicación facilita la comprensión y la comprensión demanda explicaciones de los fenómenos.

Aún habría que añadir un tercer enfoque metodológico, llamado **«crítico racional»** o de la teoría crítica de la sociedad. Desde esta perspectiva, las ciencias sociales han de explicar y comprender los fenómenos sociales, pero también han de criticarlos. Todas las teorías se orientan por algún interés, y las ciencias sociales se orientan por el interés emancipador, que las lleva a criticar la sociedad para liberarla.

II. La reflexión filosófica sobre la ciencia:

2.1. Falsacionismo contra inductivismo

La concepción inductivista considera que la ciencia se identifica con el conocimiento objetivo, cierto y fiable, y que las teorías científicas se derivan rigurosamente de los hechos de la experiencia. Por ello, lo que no puede confirmarse empíricamente no es científico y carece de sentido. Pero esta concepción se enfrenta con el difícil problema de la inducción. Tal problema consiste en que no está claro cómo se pueden obtener leyes científicas válidas para todos los fenómenos de un mismo tipo, sin haber verificado cada uno de los casos posibles. ¿Cómo podemos tener certeza de que todos los cuerpos se dilatan con el calor si no comprobamos que ocurre así en todos los casos?. Una forma de revisar la postura extrema del inductivismo es defender que las leyes obtenidas por inducción sólo son probablemente verdaderas. Pero esto significa que hay que renunciar a que la ciencia nos proporcione conocimientos ciertos, tal como esta concepción pretendía en un principio.

Karl Popper (1902-1994) ha criticado el razonamiento inductivo, afirmando que los enunciados observacionales dependen de la teoría desde la que se realiza la observación y que, desde el punto de vista de la lógica formal, no hay justificación alguna para pasar de enunciados particulares a enunciados universales. La propuesta falsacionista salva el problema de la inducción, porque no se obtienen conclusiones universales a partir de enunciados singulares, sino que de la falsedad de enunciados singulares se deduce la falsedad de enunciados universales. Por ejemplo, si tenemos el enunciado «En el lugar x y en el momento t se observó un

cuervo que no era negro», entonces de esto se sigue lógicamente que «todos los cuervos son negros» es falso.

El falsacionista nunca dirá que algunas teorías son verdaderas apelando a la observación y la experimentación; en cambio, sí dirá que puede demostrar que algunas teorías son falsas. De esta forma, el conocimiento científico se considera probable, pero no cierto. Así, la ciencia es un proceso de aproximación progresiva a la verdad, y no un saber verificado, tal como mantienen los inductivistas.

2.2. El giro histórico-sociológico de la ciencia

La obra de Thomas S. Kuhn (1922-1996) ocasionó una revolución en la reflexión acerca de la ciencia al proponer considerar propios de la ciencia los aspectos históricos y sociológicos que rodean la actividad científica, y no sólo los lógicos y empíricos, como pensaban los inductivistas y falsacionistas.

El estudio de la ciencia exige entender la actividad científica como un todo y la ciencia como un complejo proceso de comunicación. Por ello, introduce el concepto de comunidad científica, es decir, el de un grupo interconectado de científicos que comparten un paradigma.

Las teorías son entidades integradas en marcos conceptuales amplios, denominados paradigmas, que se caracterizan por incluir supuestos compartidos, técnicas de identificación y resolución de problemas, reglas de aplicación, valores y creencias, etc. Es decir, un paradigma no es sólo un conjunto de hipótesis o teorías científicas, sino sobre todo una forma de ver el mundo.

Los periodos en los que existe una comunidad de científicos que comparte y acepta un paradigma constituyen lo que Kuhn llama la ciencia normal. Kuhn describe el desarrollo de la ciencia como un proceso discontinuo y no acumulativo, en el cual se producen periodos de estabilidad (ciencia normal) y periodos de cambio radical (revolución científica). La “revolución científica” es la sustitución de un paradigma por otro. La elección entre paradigmas la realiza la comunidad científica en

función de criterios «internos» a la misma comunidad y a la situación histórica en particular.

Lakatos (1922-1974) también propone tener en cuenta la historia, de la ciencia a la hora de reconstruir la ciencia racionalmente. Esta revalorización de la historia llevada a cabo por Kuhn y Lakatos ha mostrado la necesidad de hallar categorías históricas con las cuales reconstruir los acontecimientos del pasado de la ciencia. Por ejemplo, Lakatos utiliza los conceptos de «historia externa» e «historia interna». La historia interna está constituida por el análisis de las cuestiones metodológicas, Y la historia externa, por elementos del contexto del descubrimiento, tales como ideologías, prejuicios, factores culturales, económicos, sociales, etc.

La historia interna sería como la historia intelectual y la historia externa como la historia social. Lakatos da más relevancia a la historia interna que a la externa a la hora de comprender la ciencia. Sin embargo, su concepción ha contribuido a reconocer que la «historia de la ciencia» en toda su amplitud debe ser tomada en cuenta al reflexionar sobre el conocimiento científico.

2.3. Concepciones alternativas de la ciencia «Todo vale»

Para Paul Feyerabend (1924-1994), ninguna de las metodologías de la ciencia hasta ahora propuestas ha tenido éxito. Y, dada la complejidad de la historia, es muy poco razonable esperar que la ciencia sea explicable sobre la base de unas cuantas reglas metodológicas: «Todas las metodologías tienen sus limitaciones y la única "regla" que queda en pie es la de que "todo vale"». Propone una concepción de la ciencia consistente en renunciar completamente a la idea de que la ciencia es una actividad racional.

Piensa que el elevado respeto que hoy se siente por la ciencia se debe a que se la considera como la poseedora de la verdad, pero, a su juicio, la ciencia no tiene rasgos especiales que la hagan intrínsecamente superior a otras ramas del conocimiento, como los antiguos mitos o el vudú. Considera que la elección entre distintas teorías se realiza por valores y

deseos subjetivos de los individuos y que, por ello, la pretensión de objetividad de la ciencia es vana.

2.4. Concepción retórica de la ciencia

El éxito alcanzado por los métodos de análisis utilizados en la crítica literaria ha llevado a plantearse la posibilidad de utilizarlos en el estudio de los problemas de la ciencia. Los autores que se inscriben en esta línea, muy vinculados a la tradición hermenéutica, consideran que la ciencia es retórica, aunque tenga características distintivas. Las explicaciones, hipótesis y teorías científicas son construcciones retóricas o metafóricas extremadamente eficaces y persuasivas. El objetivo de tales metáforas es facilitar la comprensión de la realidad. Para esta concepción, la ciencia sería un discurso entre individuos que buscan persuadir y en el cual tanto los sujetos como la realidad se convierten en **textos** susceptibles de interpretación.

III. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA CIENCIA: LÍMITES

El desarrollo espectacular de la ciencia, y especialmente de las ciencias empíricas de la naturaleza, nos conduce a preguntarnos por los límites del conocimiento científico.

3.1.- Límites Del Conocimiento Científico

a) Límites epistemológicos

- El primer límite epistemológico es la posibilidad de alcanzar la verdad. El falsacionismo expresa que la ciencia es un conocimiento falible. Sólo podemos aproximarnos a la verdad, pero nunca estaremos seguros de haberla alcanzado.
- El segundo límite se refiere a los condicionamientos evolutivos de la ciencia. Por una parte, porque la ciencia se genera en sociedades y culturas concretas, que condicionan muchos aspectos de la propia ciencia. Y, por otra parte, porque nuestra propia racionalidad es producto de un desarrollo evolutivo que pudo haber sido distinto. Sus intereses y su historia serían diferentes. Su «ciencia» no tendría casi nada en común