

SEGUNDA PARTE.
DE LA DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA AL
PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Cualidades de la lectura analítica.

Ubicación y delimitación del problema.

Formulación del problema.

Sistematización de la información.

 Tercera búsqueda: 2da. recolección de datos.

 Técnicas de análisis de contenido.

 El resumen simple.

 El resumen analítico.

 El análisis crítico.

 Procesamiento de datos.

 Organización.

 Clasificación.

 Tabulación.

Planteamiento de hipótesis.

DE LA DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA AL PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Antes de entrar a desarrollar esta parte, nos vamos a permitir una corta reflexión sobre el qué y por qué investigar en Física.

Quizás no haya otro tipo de investigador con mayores potencialidades de obtener problemas de investigación, con posibilidades casi infinitas de manipulación científica, como el físico.

El físico cuenta no sólo con la instrumentación que le ofrece el apoyo tecnológico de hoy, sino también con un verdadero legado o herencia de conocimientos sistemáticos dejados por los distintos teóricos y por las sucesivas revoluciones científicas que le han precedido.

Investigar en física es investigar la existencia, la vida: que es lo que nos explica y aclara nuestra relación con el medio.

En el físico se aplica con mayor propiedad aquello de que todo investigador debe estar invadido por dos características fundamentales: el tener y usar la observación y la sensibilidad. En otras palabras, tener capacidad para advertir las cosas que pasan o nos pasan, como miembros activos de un entorno bio-físico-social con el que estamos en constante y permanente contacto.

El físico no debe permitir que otros sientan y observen por él. Tampoco debe conformarse con el legado de los teóricos que revolucionaron el conocimiento del mundo físico hasta hoy.

Aún hay mucho que observar, sentir, conocer y reflexionar sobre el mundo del presente, que será mejor mañana, si nos decidimos a enriquecer la herencia de los que nos antecedieron.

En páginas anteriores nos hemos referido a la naturaleza del problema de investigación. Entre otras cosas, mencionamos el hecho de que el investigador no debe prefabricar problemas, porque todo hecho, susceptible de ser asumido como problema de investigación es, en cierto modo, un producto o consecuencia de un proceso preliminar que vive el investigador.

En el devenir de ese proceso que se ha descrito, juega un papel esencial la actitud y aptitud que el investigador tenga frente a la realidad que indaga.

Es decir, la captación de un problema de investigación, deriva de una acción, de un quehacer³⁵ frente a un conjunto de hechos o situaciones entre las cuales, el sujeto (investigador), a través de la indagación reflexiva-analítica crítica, asimila y asume uno de ellos; dicha elección se corresponderá con sus intereses, motivaciones, perspectivas, y con la relevancia del hecho, dentro del área o entorno científico que intenta conocer.

Por otra parte, si bien en la historia del pensamiento científico existen casos en que se llegó a grandes descubrimientos y postulados por vía de la casualidad,³⁶ y más aún, situaciones en las que el

³⁵ Es conocido el criterio de algunos científicos que ven el quehacer científico, no tanto como una actividad formal, sino como una posición o postura ante el medio social y físico que le rodea. Por lo demás, en Latinoamérica la actitud frente a la ciencia debe estar basada en el compromiso.

³⁶ Loc. cit.

científico inicia sus investigaciones sobre un problema X y termina resolviendo un problema Z;³⁷ aún así, si partimos de la realidad del estudiante universitario, de universidades autónomas o no, de finales del siglo XX, con todos los avances y especializaciones del conocimiento científico que ese nivel y situación implica, debemos entonces tener claro el qué investigar. Entre otras razones, por las siguientes:

- 1) Como ya se ha dicho, si analizamos detenidamente algunos hechos, no han sido tan casuales las teorías que con esa fama han trascendido a través de la historia. Fueron, en muchos casos, productos científicos derivados de observaciones y reflexiones hechas por personas que estaban en el ambiente científico y que se mantuvieron en él, en constante búsqueda de explicaciones sobre el medio que les rodeaba.

³⁷ “Hacia 1839, Charles Goodyear, accidentalmente vertió una mezcla de goma y azufre sobre una estufa caliente. Intentó rasarla rápidamente y descubrió sorprendido que la mezcla de goma-azufre calentada aparecía seca, incluso cuando aún estaba caliente. Repitió el procedimiento y halló al fin que tenía una muestra de goma que no se volvía pegajosa con el calor sino que seguía siendo suave y elástica. Este proceso se llamó vulcanización y con ello Goodyear estableció las bases de la industria del caucho. Ampliar en: Isaac Asimov. Nueva Guía de la Ciencia. p. 491.

“Por otra parte, casi doscientos años antes, Newton no pudo llegar a desarrollar la Ley de Gravedad, sin haber construido lo que hoy se llama el “cálculo diferencial”. El mismo Einstein, antes de dar cuerpo a la Teoría de la relatividad y de sentar las bases para el estudio de la energía atómica, dio a conocer su genio y deslumbrante talento explicando el llamado “efecto fotoeléctrico”, resolviendo así el enigma de cómo la aplicación de la luz era capaz de hacer que los electrones saltaran de la superficie de ciertas materias (...), también estudió el “movimiento browniano”, el de las partículas diminutas suspendidas en un líquido...”

Véase: Isaac Asimov. Momentos Estelares de la Ciencia. p. 123.

De manera que si buscáramos elementos que facilitasen la captación de problemas de investigación, esos elementos deberían ser observación y reflexión.

- 2) Son posibles aquellos casos en que, habiéndonos planteado determinado problema, resolvamos otro. Ello es válido, y no contradice la esencia del método científico en la medida en que se convierten en resultados derivados del propio proceso y línea de investigación, que como ya se ha dicho, es un proceso dinámico, flexible, permeable y generador de nuevos y variados enfoques y postulados. Hechos que se comportan como desprendimientos de la realidad que se manipula.
- 3) De forma que cuando insistimos en la necesidad de ubicar y delimitar el problema de investigación, en ningún momento entramos en contradicción con esas facultades de flexibilidad y permeabilidad que le otorgamos al proceso de indagación científica; porque la acción misma de ubicar y delimitar el problema, de ninguna manera incluye la posibilidad de que el sujeto (investigador) se aisle del contorno científico, y que en consecuencia, deje de percibir lo que, desde un punto de vista global, sucede dentro del área científica.

Además, canalizar un problema de investigación (ubicación-delimitación) no es aislarlo ni fraccionarlo.

Es centrarlo dentro de sus potencialidades y perspectivas a su radio de influencias o interrelaciones.

Pensamos que hasta aquí, hemos advertido suficientemente sobre los peligros que acechan al proceso de investigación, ante la presencia de mentes poco abiertas y reflexivas. Ofrecemos ahora un

esquema sencillo para abordar la fase de ubicación y delimitación del problema de investigación:

Cualidades de la lectura analítica

Esta facilita:

- La captación del plan de ideas de la obra
- Puntualizar elementos explicativos del argumento.
- La obtención de datos puntuales cualitativos y cuantitativos.

1. Ubicación y delimitación del problema

1) Espacio temporal

- Claridad del radio de acción. Dónde y cuándo se registra el hecho.
- Permanencia y validez en el tiempo de los efectos que conlleva.

2) Área científica a la cual pertenece.

- Claridad de la delimitación del entorno científico que rodea al problema.
- Principales enfoques, criterios, fundamentos, líneas de pensamiento, que le ofrecen un marco de referencia al problema planteado.

3) Estado actual de la investigación sobre el tema.

- Claridad en los antecedentes.
- Registro de los principales aportes teóricos que permitan abordarlo, dentro de las premisas y fundamentos que lo sustentan.

Ahora bien, supongamos que nuestro estudiante ha realizado una positiva labor en las etapas precedentes. Ello significa que el registro realizado durante el arqueo general de fuentes lo llevó a la exploración del área de trabajo, cuyo resultado se ubicó dentro de un contexto o marco de referencia, que a su vez le permitió desprender algunas consideraciones básicas sobre la naturaleza del problema seleccionado, y que desde ya se dispone a abordar.³⁸

Imaginemos entonces que el alumno se ubicó en física cuántica, dentro del área conocida como partículas subatómicas.³⁹ A su vez trata de llegar a esclarecer –a nivel documental– cuáles serían las posibilidades para el avance científico que, en términos efectivos y desde el punto de vista de los aportes teóricos existentes (generalizaciones), ofrece el interés que se nota en la actualidad por el estudio de la fuerza fuerte.⁴⁰

Hasta este momento, nuestro estudiante debe tener claro detrás de qué anda la física cuántica en los últimos tiempos; y más claro todavía, cuáles son sus antecedentes inmediatos, así como las características globales del estado de la física de finales del siglo pasado y principios del presente.

³⁸ En esta etapa el estudiante debe estar consolidado lo que, en páginas anteriores, hemos denominado el Marco teórico en sentido estricto.

³⁹ La física o mecánica cuántica es la parte de la física que estudia las relaciones de energía y las leyes físicas que gobiernan el mundo microscópico. Las partículas subatómicas son los componentes de las partículas elementales (neutrones-protones) presentes en el núcleo atómico.

⁴⁰ Fuerza fuerte: fuerza de atracción que opera entre los componentes del núcleo (protones-electrones), independiente de la carga y con un rango de acción igual al radio del núcleo (10^{-13} cm). Véanse Apéndices N° 1 y 2.

Siendo así, debería conocer algunas bases como las siguientes:

Desde el punto de vista del marco teórico en sentido amplio, el alumno debe estar enterado, entre otras cosas, de que en la actualidad se investiga activamente lo relativo a fuerza fuerte, a nivel práctico en particular, y todo lo relacionado con física subatómica.

Entre las escuelas o instituciones que lideran estos estudios a nivel mundial están:

El CERU: Centre pour l'étude et recherche nucleaire.

El FERMILAB: Laboratorio del acelerador de partículas Fermi.

El Centro de Investigación de Física Atómica de la Universidad de Stanford (USA).

A nivel teórico, dada la importancia del fenómeno, es un hecho que en la mayoría de los departamentos de Física Teórica de las universidades venezolanas y latinoamericanas en general, se llevan a cabo investigaciones en el área de investigación de la fuerza fuerte.

Igualmente, en el mismo sentido amplio, es bueno mencionar los trabajos que realiza un genio de la física llamado Stephen W. Hawking, quien acaba de publicar una obra que, aunque está escrita

más bien como obra de divulgación científica, ofrece importantes aportes para entender nuestra relación con el universo.⁴¹

Desde el punto de vista de un marco de referencia en sentido estricto, el manejo del área científica debe ubicar a nuestro estudiante en los antecedentes históricos que explican la evolución del conocimiento del problema a través del tiempo.

En este sentido es importante señalar lo que nos dice George Gamow:

La revolución relativista

Como queda dicho en el capítulo anterior, la idea de un medio universal que lo penetra todo y llena el espacio entre y dentro de todos los cuerpos materiales, fue establecida firmemente en la ciencia física a finales del siglo XIX. Bajo el nombre de “eter cósmico” de Huygens, este medio servía de vehículo para la propagación de las ondas luminosas; bajo el nombre de tubos de Faraday era responsable de las fuerzas entre los cuerpos cargados de electricidad y magnetizados. Los trabajos de Maxwell llevaron a una síntesis entre estos medios hipotéticos, mostrando que la luz era una onda electromagnética que se propagaba, suministrando una elegante teoría matemática que enlazaba todos los fenómenos de la luz, la electricidad y el magnetismo. Pero, a pesar de todos estos éxitos, fue imposible para los físicos describir las propiedades de este misterioso medio universal en los términos usados para

⁴¹ Hawking, Stephen W. **Historia del tiempo**. 1988.

la descripción de medios materiales conocidos, tales como gases, sólidos y líquidos, y todos los intentos en esta dirección llevaron a violentas contradicciones.

La crisis de la física clásica

En efecto, el fenómeno de la polarización de la luz, probaba sin duda alguna que se trata de vibraciones transversales en las cuales la materia se mueve perpendicularmente a la dirección de la propagación. Sin embargo, las vibraciones transversales únicamente pueden existir en materias sólidas que, en contraste con líquidos y gases, resisten cualquier tentativa de cambiar su forma, de modo que el éter de la luz ha de ser considerado como una materia sólida. Si es así y si el éter cósmico llena todo el espacio en torno nuestro ¿cómo podemos andar y correr sobre el suelo y cómo los planetas pueden circular alrededor del Sol miles de millones de años sin encontrar resistencia alguna?

El famoso físico inglés lord Kelvin intentó resolver esta aparente contradicción atribuyendo al éter propiedades semejantes a las de la pez de los zapateros o el acre. Estas sustancias poseen la propiedad conocida como plasticidad y mientras se parten como un trozo de cristal por la acción de una fuerza aplicada rápidamente, estas sustancias fluyen como líquidos bajo fuerzas mucho más débiles (tales como su propio peso) que actúen durante un largo período de tiempo. Argumentaba que en el caso de las ondas de luz, en que la fuerza cambia de dirección un millón de billones de veces por segundo, el éter cósmico puede comportarse como una materia rígida elástica, mientras que en el caso de movimientos

mucho más lentos de las personas, los pájaros, los planetas o las estrellas pueden no ofrecer prácticamente resistencia. Pero, si los tubos de Faraday son tensiones y compulsiones en el éter cósmico, los imanes permanentes y las cargas eléctricas estáticas no existirían durante algún periodo observable de tiempo, puesto que las tensiones serían rápidamente mitigadas por los cambios plásticos en la misteriosa materia. Es muy fácil criticar a quienes llegan a conclusiones erróneas después de haberse conocido la respuesta correcta, pero es realmente sorprendente que los grandes físicos del siglo pasado no se dieran cuenta de que, si existe el éter cósmico, tendría propiedades notablemente diferentes de las de los cuerpos materiales corrientes que nos son familiares. En efecto, es muy conocido que la compresibilidad de los gases, la fluidez de los líquidos, la elasticidad de los sólidos y todas las demás propiedades de los cuerpos materiales corrientes son debidas a su estructura molecular y son el resultado del movimiento de las partículas y las fuerzas que actúan entre ellas. Parece que nadie, excepto acaso el químico ruso Dimitri Mendeleiev, que atribuyó al éter cósmico el número atómico cero en su Sistema Periódico de los Elementos, jamás pensó que el éter cósmico tenía una estructura molecular propia y, en todo caso, tal hipótesis no haría más que llevar a nuevas contradicciones. Si las fuerzas entre los imanes y los cuerpos cargados de electricidad y la propagación de la luz en el espacio deben ser explicadas por la existencia de alguna clase de sustrato, éste no tiene que parecerse en nada a las sustancias materiales que conocemos. Pero la inteligencia humana está frecuentemente demasiado limitada por el pensamiento tradicional, y tuvo que ser el genio de Einstein quien arrojase por la borda el viejo y contradictorio éter cósmico y lo sustituyera por la extendida

*noción de campo electromagnético, al que describió una realidad física igual a la de cualquier cuerpo material ordinario.*⁴²

A continuación transcribimos la delimitación y ubicación del problema de un proyecto que realizó una estudiante de semestre B-88 de la Cátedra Técnicas de Estudios para la Facultad de Ciencias. Pero antes es indispensable hacer la siguiente advertencia:

Los modelos de informes que hemos seleccionado para el presente trabajo, son aquellos que tanto la profesora como el preparador de la materia, consideramos sobresalientes. Pero advertimos que se trata de trabajos hechos por alumnos del primero o segundo semestre de Física. Es decir, se trata de jóvenes estudiantes que recién inician una carrera universitaria y que, por lo tanto, tienen lógicas limitaciones que tanto la edad, como la carencia de información sistemática sobre el tema, deban o puedan transmitir. No obstante, se presentaron buenos informes. La mayoría de ellos cumplió con el objetivo, que no era otro que el de estimular e inducir al alumno por el camino de la investigación científica documental.

Nuestro objetivo es poder llegar al estudiante, y motivarlo hacia la reflexión y el análisis. En ningún momento, y esto es bueno reafirmarlo, pensamos que estamos formando físicos cuánticos. Estamos conscientes del grado de conocimiento que esta área exige a nivel práctico. La formulación matemática que este necesita, no se corresponde con el nivel que un alumno de estos semestres

⁴² Gamow, George. Biografía de la Física. pp. 127-128.

pueda tener. Pero, por lo menos, los motivamos y les advertimos que aún hay mucho sobre qué reflexionar.

La estudiante Gabriela Román hizo la siguiente delimitación y ubicación:

Con base en una propuesta que se nos formuló en los siguientes términos: “El núcleo del átomo consta de protones que son partículas de carga positiva, y de neutrones con carga neutra y masa igual a la del protón, la fuerza entre dos cualquiera de estas partículas es mucho mayor que la fuerza eléctrica y es atracción cuando las partículas están separadas a la distancia del tamaño del núcleo (10^{-13} cm); mientras que para distancias mayores que ésta, la fuerza es esencialmente cero. Esta fuerza se conoce como Fuerza Fuerte”; se comenzó a estudiar en teoría, el núcleo específicamente de las interacciones, para lo cual se utilizó paso a paso el Método Científico.

El empleo del Método Científico comenzó con la recolección y captación de datos (utilizando para ello la referencia bibliográfica, hemerográfica, y la fichas de contenido, mixta, resumen, etc.), escogiendo de ellos los más importantes con los que se formuló el problema en estudio. Luego, con algunas variables captadas, se procedió a la formulación de la hipótesis.

Para facilitar la comprensión y el entendimiento del tema, se hará a continuación un resumen histórico de lo que ha sido el estudio del núcleo.

En la época actual, es común decir que toda la materia está formada por átomos, pero la idea en realidad es muy antigua, pues formó parte de la doctrina de algunas escuelas de la filosofía griega.

Hace aproximadamente 2.500 años los filósofos griegos, entre ellos Leucipo y Demócrito, postularon que la materia estaba compuesta por pequeñas y diminutas partículas indivisibles e indestructibles a las que denominaron átomos.

El atomismo careció de valor científico hasta que John Dalton (1766-1844) dotó a los átomos de peso, una propiedad que podía medirse experimentalmente.

Hasta finales del siglo XIX imperó el modelo Daltónico del átomo, y pese a que la noción del átomo como partícula indivisible estaba poderosamente arraigada, se descubrieron una serie de hechos con los cuales se llegó a demostrar la naturaleza eléctrica de la materia, y como consecuencia, que el átomo tenía cierta estructura.

A principios del siglo XIX se descubre que ciertas reacciones químicas producen electricidad. Al mismo tiempo, en 1883 Michael Faraday inició trabajos que permitieron establecer que ciertos compuestos químicos podían descomponerse por acción de la corriente eléctrica, a tales compuestos los denominó "Electrolitos". Este hecho indujo a suponer la existencia de una íntima relación entre la materia y la electricidad. Partiendo del principio de que la materia está compuesta por átomos, se hizo pensar que los átomos podían contener partículas cargadas eléctricamente.

A finales del siglo XIX, algunos físicos descubren los Rayos Catódicos, cuyo descubrimiento fue muy importante porque se condujo a establecer que los rayos catódicos estaban constituidos por partículas cargadas de electricidad negativa.

Thomson, famoso físico inglés, en 1897 se dedicó a investigar las desviaciones eléctricas y magnéticas de los rayos catódicos, para lo cual utilizó y realizó muchos experimentos. Finalmente llegó a la conclusión de que las partículas por las cuales estaban constituidos los rayos catódicos, eran constituyentes universales de materia y recibieron el nombre de electrones, término que se aplicaba a la unidad de carga eléctrica.

En 1886 Goldstein (físico alemán), realizó una serie de experimentos también con rayos catódicos, y observó la existencia de partículas cargadas positivamente y partículas sin carga alguna. Estas partículas posteriormente fueron denominadas protón y neutrón.

En los mismos años en que Thomson establecía las propiedades de los electrones, Henry Becquerel, científico francés, descubre el fenómeno de la radiactividad. Este descubrimiento contribuyó notablemente al establecimiento de la estructura del núcleo.

Rutherford en 1911, con sus colaboradores Geiger y Marden, realizó experimentos que lo llevaron a la conclusión de que el átomo debe considerarse formado por un núcleo donde está concentrada prácticamente la masa del átomo, con electricidad positiva, este núcleo debe ser muy pequeño en comparación con el

átomo. Todo el resto del átomo debe estar vacío y en ese espacio giran los electrones del núcleo.

Niels Bohr desarrolló en 1913 el primer modelo atómico según los principios fundamentales de la teoría de los cuantos. Bohr opina que los electrones no pueden girar en órbitas cualesquiera, sino que estas órbitas son fijas y definidas, es decir, los electrones están a distancias determinadas del núcleo.

A partir de 1925, el modelo de Bohr fue objeto de profundas modificaciones y se planteó a los científicos la necesidad de construir un nuevo modelo atómico, que se basara en los hechos que fundamentaban la llamada Mecánica Cuántica o Mecánica Ondulatoria.

Los estudios sobre el núcleo siguieron, y en 1936, Yukawa sugirió que las fuerzas entre los protones y neutrones poseen un campo, descubrió el mesón U o muón. Poco después de 1947 se encontró otra partícula, el mesón T₀ o pión. Se agrega entonces, además del protón y del neutrón, el pión para obtener las fuerzas nucleares. El mesón U no se sabe todavía dónde encaja. También se han encontrado gran número de otras partículas extras, aproximadamente treinta (30) de las cuales tampoco se sabe ni siquiera la relación entre ellas.

Actualmente, los científicos trabajan arduamente con el núcleo del átomo, logrando descubrimientos relevantes.

A este nivel de la investigación, notamos que el “fructífero” camino andado desde el inicio de la revolución relativista hasta el

interés que en la actualidad tiene el estudio de la fuerza fuerte se hace productivo y extenso, no tanto en términos temporales como por la cantidad de postulados científicos que se han desprendido desde que se empezó a conocer la estructura completa del átomo hasta la separación de la fuerza fuerte; cuyas expectativas creadas a su alrededor, anuncian el advenimiento de nuevos efectos revolucionarios en el mundo de la física contemporánea.

Finalmente, para precisar la importancia de esta etapa de la investigación (ubicación-delimitación), es imprescindible observar cierta dualidad en su funcionamiento.

Así como es fundamental tener claridad sobre el campo de acción que interesa manipular de acuerdo a una estrategia prevista (procedimientos-técnicas); igualmente es esencial no sacrificar la concepción de la totalidad por el aislamiento de las partes que lo conforman.

Es necesario que el científico tenga una visión de conjunto que le permita asentar y canalizar las perspectivas que determinado problema pueda generar. Así mismo, debe tener capacidad de responder e interpretar los resultados científicos que otros, antes o colateralmente a él, puedan haber desarrollado. Creemos que en esta concepción está una de las bases del desarrollo de la ciencia.⁴³

⁴³ En el Apéndice N° 4 queda reflejado esa interdisciplinariedad que caracteriza el desarrollo del conocimiento científico en el área de la Física Teórica.

2. Formulación del problema

Si ubicar y delimitar un problema implica centrarlo dentro de un marco funcional de ideas y conceptos –conservando intacto su sistema de interrelaciones– formularlo supone a su vez, plantearlo en términos específicos que le sean propios de manera que permitan transparencia en su lectura, de tal suerte que, al desprender de su entorno inmediato el objeto de estudio para su formulación, no se diluyan sus conexiones e interrelaciones.

La formulación de un problema supone la existencia de suficientes fundamentos y consideraciones objetivas del tema que se trabaja.

Debe reflejar el manejo de la información básica que lo sostiene, así como los desprendimientos a que pudiera dar lugar; puesto que de los resultados de esta etapa, depende en gran medida la validez de la fase siguiente, como es el planteamiento de hipótesis.

El esquema que sugerimos para la formulación del problema, es como sigue:

- 1) Planteamiento del problema: exposición del hecho (propuesta-interrogante) que se ha desprendido de la observación-manipulación de la información recuperada.
- 2) Condiciones: bajo qué condiciones básicas actúa ese hecho problema. Qué fundamentos le dan existencia como tal.
- 3) Componentes: qué circunstancias, elementos o características, inciden en su proceso o funcionamiento.

- 4) Alcances: qué perspectivas ha creado el problema, en relación con resultados a mediano y largo plazo.

3. Sistematización de la información

Cualidades de la lectura crítica

Esta conduce a:

- La obtención de datos elaborados a través de la interpretación.
- El alcance de otras contribuciones a partir de la capacidad de confrontación y post-lecturas de la obra.
- La estructuración de lo anterior, expresado a través de la escritura.

Tercera búsqueda: 2da. recolección de datos

Técnicas de análisis de contenido

Una vez formulado el problema de investigación, estaremos en capacidad de sistematizar y manipular los datos obtenidos en etapas precedentes, así como de procesar analíticamente la información idónea para la posterior etapa como es la de formulación de hipótesis.

El resumen simple:⁴⁴

Es una técnica de expresión modificativa mediante la cual presentamos en forma articulada y condensada el orden de ideas esenciales expresadas en un escrito. Es modificativa únicamente

⁴⁴ Esta guía sobre el resumen simple es utilizada por los profesores de Pre-Seminario de la Escuela de Historia de la Facultad de Humanidades de la ULA.

en cuanto al uso de un lenguaje propio, personal, sin alterar el significado original de las ideas.

Guión para construir un resumen simple

- 1) Realizar una primera lectura para captar el significado del problema o tesis que el autor propone.
- 2) Leer para discernir las ideas principales de las secundarias y establecer sus correspondientes relaciones.
- 3) Redactar el resumen con nuestro lenguaje, conservando el orden lógico y el pensamiento original del autor.
- 4) Revisar la redacción del escrito para corregir repeticiones innecesarias, la ausencia de claridad, el abuso en la extensión, etc.

Condiciones que debe reunir el resumen simple

- 1) Demostrar mediante la redacción que el texto se ha comprendido en su significado exacto.
- 2) No convertir el resumen en una descripción o narración.
- 3) No incluir ideas o comentarios personales.
- 4) No distorsionar las ideas.
- 5) Respetar una extensión aproximada del 15% respecto del texto original.

El resumen analítico:

Este es una técnica de análisis de contenido tendente a captar el orden lógico-ideológico de los conceptos emitidos en un escrito. Es, en otras palabras, el descubrimiento del plan ideal del autor o la construcción de dicho plan, mediante la lectura activa del texto.

Esquema para la realización del resumen analítico
Idea central

I.-

A:

a)

b)

c)

B:

a)

b)

c) _____

C: _____

a) _____

b) _____

c) _____

II.- _____

A: _____

a) _____

b) _____

c) _____

III.- _____

A: _____

a) _____

b) _____

c) _____

VI.- _____

A: _____

a) _____

b) _____

c)

El análisis crítico:

Esta técnica ofrece la posibilidad de emitir un argumento valorativo tanto de la calidad de la obra como del aspecto o estructura formal de la misma.

Partiendo del plan que se ha obtenido con la técnica anterior, tenemos la posibilidad de evaluar el texto y de reconstruir un plan ideal señalando las incoherencias, inconsistencias, lagunas, vacíos: o en caso contrario, las coherencias, integraciones o interrelaciones de las ideas.

Esquema para la elaboración de un análisis crítico

Introducción (Idea central)

I.

II.

III.

IV.

La sistematización de la información contempla la organización, clasificación y tabulación (cuadros, barras, figuras, tablas, fórmulas) de los datos.

En el caso de la investigación documental, el instrumento más común para la organización y clasificación de la información es el manejo del fichero y todas aquellas técnicas que conforman el taller del estudiante. Aunque en los tiempos modernos el progresivo uso de las computadoras puede hacer tambalear la vigencia del fichero de estudiante, siempre es una grata experiencia llevarlo aun de forma artesanal.

4. Planteamiento de hipótesis

Quizás uno de los aspectos más difundidos, pero a la vez menos comprendidos por aquellos que transitan el camino de la investigación científica, es el de la utilización y manejo de la hipótesis.

Lo primero que debemos aclarar es que en ningún caso, la hipótesis debe reflejar lo que el investigador desea, sino lo que la realidad objeto de estudio ofrece.

La hipótesis no se fabrica partiendo de modelos o abstracciones que sólo estén en la mente del investigador. Debe derivar de las aprehensiones que el científico hace dentro de su entorno.

La hipótesis surge a manera de propuesta de trabajo, una vez que se da la interacción entre la realidad (dato información) y la sagacidad y agudeza del sujeto (investigador).

La hipótesis es a la vez instrumento de trabajo y resultado tentativo de la investigación en la medida en que se comporta como propuesta inducida por la indagación del objeto. Sin subestimar, por supuesto, las conexiones y efectos posibles de ese objeto de estudio.

Todas esas aprehensiones dependen del nivel tanto de la investigación como del investigador.

En síntesis, la hipótesis es el desprendimiento de la propuesta central de trabajo, una vez que el investigador manipula racional

y objetivamente la realidad (dato). He allí una característica esencial del verdadero investigador: capacidad para la captación y/o construcción de hipótesis.⁴⁵

El esquema que sugerimos para el planteamiento de hipótesis es como sigue:

- 1) Desglosamiento del sistema de variables, una vez manipulados los datos obtenidos en los puntos 2 y 3 de la formulación del problema (de la anterior fase deben desprenderse estas variables).⁴⁶
- 2) Exposición de la hipótesis: desarrollo fundamentado de la propuesta-hecho-problema, alcanzado.
- 3) Formas de verificación (métodos y técnicas ad hoc). Alcances de los resultados.

A continuación transcribimos el informe presentado por un estudiante de la Facultad de Ciencias, mención Física, para la cátedra de Técnicas de Estudio.

⁴⁵ Es importante advertir que aunque la investigación documental no implica de facto una generalización conduce a ella en la medida en que se comporta como fase de ese proceso.

⁴⁶ Cfr. Sabino, Carlos. **El Proceso de la Investigación Científica**. 1980. **Los Caminos de la Ciencia**. 1986.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
TÉCNICAS DE ESTUDIO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
DE TÉCNICAS DE ESTUDIO
Informe final: Fuerza Fuerte (Mecanismo de acción)

Mérida, 06-06-89
Néstor D. Sierralta M.
C.I. 9.327.107

OBJETIVO

La finalidad del presente proyecto es la introducción al método científico a través de la investigación documental, dado el interés por temas importantes de la Física que es nuestro objeto de estudio, obteniendo así una diversidad de datos e informaciones que estimulen y apoyen la indagación en dicha ciencia.

INTRODUCCIÓN

Para este trabajo se han realizado, una a una, las etapas del Método Científico hasta el planteamiento de hipótesis, inclinadas hacia la investigación documental. Hemos partido desde cero, con una propuesta inicial de trabajo que tenía mucha información desconocida, lo que obligó a un arqueo de fuentes, para esto fue necesario el uso de técnicas de recuperación de información. Nuestro arqueo fue sobre Fuerza Fuerte o Fuerza Nuclear, que pertenece a la Física de Partículas y Atómica. Con este arqueo obtuvimos un marco teórico que con su organización fue posible hacernos una estructura mental para establecer un problema y posteriormente un análisis y separación de sus variables que permitió abordar una hipótesis.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Para establecer el problema fue preciso, como dijimos anteriormente, manejar mucha más información de la que traía la propuesta inicial de trabajo dada. Veamos un pequeño resumen importante del marco teórico de Fuerza Fuerte, que fue necesario para el problema⁴⁷.

⁴⁷ Los títulos seleccionados una vez hecho el arqueo de fuentes aparecen en la bibliografía de este informe.

MARCO TEÓRICO “FUERZA FUERTE”

La fuerza fuerte, es una fuerza que actúa sólo en el núcleo de los átomos, su radio de acción es del orden de 1 fermi = 10^{-13} cm, hoy día se desconoce su naturaleza, se ejerce entre protones y neutrones exclusivamente independientemente de su carga eléctrica. Es unas 40 veces mayor que las fuerzas electrostáticas y trillones de veces superior a la fuerza de gravedad, este es el motivo que explica la estabilidad de los núcleos. Experimentos realizados de bombardeo de núcleos con partículas alfa, llevan a la conclusión de que la fuerza fuerte disminuye rápidamente y a sólo 4 fermi se iguala con la electrostática. Todo este dilema nació gracias a la introducción del nuevo modelo atómico por Ernest Rutherford en 1911: “El Modelo del Átomo Nuclear”. En 1935, el físico teórico japonés Kideki Yukawa propone el origen de la fuerza. Unos experimentos realizados por Hofstadter, demostraron que el neutrón, al igual que el protón, presenta una distribución de carga “especial”, o sea, que toda partícula que se conozca tiene carga eléctrica aunque su total sea cero.

PROBLEMA

En los núcleos atómicos existe una fuerza llamada fuerte que es en magnitud mayor a cualquier otra fuerza conocida, actúa en condiciones muy especiales entre los nucleones, cuando su radio de acción es del orden de 1 fermi, su mecanismo de acción es atractivo, pero a distancias muchísimo menores de 1 fermi, su mecanismo es repulsivo, y a distancias mayores de 1 Fermi es de acción nulo.

Para la estructura de la hipótesis, fue necesario aislar y organizarlas variables que se relacionan con el problema, tales como: nucleones, distancia de separación, posible estructura espacial de los nucleones y piones, productos de decaimiento de los piones, etc.

HIPÓTESIS

La fuerza fuerte existente en los núcleos, se debe a un mecanismo de intercambio de una partícula que es constituyente de los mesones. Esta partícula, “partícula de fuerza”, sólo existe en los piones como tales, y tiene la información necesaria para producir esta fuerza, esto se realiza en forma impresionantemente rápida. El alcance de los procesos de intercambio, cuando es del orden de menos de 1 Fermi, toma naturaleza atractiva debido a que el mesón viaja con tales partículas y ésta puede ser acoplada a un nucleón, produciendo una interacción que genera la fuerza fuerte de atracción entre el nucleón que emitió y el que absorbió la “partícula de fuerza”. Cuando el alcance es de un orden muchísimo menor que 1 fermi, los nucleones se acercan tanto que no intercambian piones porque se confunden con sus propias nubes de piones, en este caso tenemos una interacción repulsiva manifestada por las mismas nubes de piones, separando a los nucleones a distancia constante. El hecho de que a más de 1 Fermi va tendiendo bruscamente a cero la intensidad de la fuerza fuerte, se debe a que los piones siempre son emitidos a blancos (protones o neutrones) por lo que tenemos muy poca probabilidad de encontrar un pión fuera del núcleo, una vez fuera del “núcleo local”, rompiéndose así la relación con la “partícula de fuerza”

CANALES DE VERIFICACIÓN

- a) Estudiando la estructura y simetría de los piones para asignarle una partícula especial, podrían ser los quarks.
- b) Estudiando las características (masa, carga, estabilidad, radio de acción) de los mesones $\pi\pi$ y las partículas de su decaimiento, para complementarlas en una forma bien definida de organización en las vecindades de los nucleones.
- c) Análisis de los cambios que pueden sufrir los nucleones cuando absorben un pión o emiten un pión.

PERSPECTIVAS

- i) Análisis de la energía de una partícula que llegara al punto límite de la acción de la fuerza fuerte y fuerza coulombica.
- ii) Se puede derivar una suposición del mecanismo de acción de la fuerza fuerte, si se supone que la distribución espacial de carga de las partículas implica una posible organización de las partículas que se encargan de llevar la información.
- iii) Relación equivalente de las cuatro fuerzas conocidas. El análisis del punto “i” podría establecer una relación entre la fuerza fuerte, electromagnética y “gravitatoria”. Si el análisis se hiciera con una partícula inestable y si se conoce la relación de su interacción débil en el punto de estudio se podría relacionar la cuarta fuerza con las otras tres.

CONCLUSIONES

- i) En los núcleos atómicos se mecaniza una fuerza llamada “fuerte”, que es el resultado del traspaso de piones entre los nucleones. Los piones son portadores de una partícula que hemos llamado “partícula de fuerza” y es la única responsable del origen de dicha fuerza, esta partícula interactúa al caer el pión en los nucleones, dando origen a la fuerza fuerte, puesto que la “partícula de fuerza” tiene la información necesaria para acoplarse según la estructura espacial de carga del nucleón y así producir la fuerza de atracción. Este es el hecho de no distinguir entre partículas para su cometido.

- ii) La motivación principal para la realización de este proyecto y fijar las ideas del método científico, fue sin duda el hecho de invitarnos a trabajar donde exactamente queremos trabajar, desarrollando así de una manera consciente, agradable y seria, una serie de conocimientos que nos introducen más en la física, reforzando las bases para su estudio y atención especial.

NOTAS

- 1) Los piones π^+ y π^- llevan asociada la partícula que por identificarla se llamó “partícula de fuerza“, puesto que es la única responsable del origen de la fuerza fuerte, ¡pero!, en un pión decaído ya no existen.
- 2) Cuando hablo de alcance se supone que es entre dos nucleones interactuantes y como diámetro aproximado del núcleo 1 fermi.
- 3) La teoría de Yukawa dice: Un protón tiene una nube de piones π^+ y π^- que están en continuo movimiento, un neutrón tiene una nube de piones π^+ y π^- en continuo movimiento. Si un protón emite un π^- se convierte en neutrón y el neutrón que lo capta se convierte en protón, cambiando de sentido las fuerzas que actúan; si es el neutrón el que emite el π^+ , ocurre el proceso inverso. Si se emite o capta un π^0 , no cambia la naturaleza de los nucleones.

FUENTES DOCUMENTALES RECOMENDADAS
PARA LA LECTURA DE FÍSICA DE CARÁCTER
INFORMATIVO-RECREATIVO-DIVULGATIVO

ASIMOV, Isaac. Nueva guía de la ciencia. Tit. Orig. Asimov's
New Guide to Science. Madrid: Plaza Janés ed.
1985. 821 pág.

_____ Momentos estelares de la ciencia. 2da. ed. Ma-
drid: Alianza Editorial, 1981.

_____ Cien preguntas básicas sobre ciencia. 5ta. ed.
Madrid: Alianza Editorial, 1979, 204 pág. (Sec.
Ciencia y Técnica).

DERRY T.K. y Trevor Williams. Historia de la tecnología. México:
Siglo XXI Editorial, 1977. 2.V.

GAMOW, George. Biografía de la física. Barcelona (España):
Salvat ed. 1971. 261 pág. (Biblioteca General
Salvat, 1 1).

HAWKING, Stephen W. Historia del tiempo. Del Big Bang a los
agujeros negros. Tr. Miguel Ortuño. Tít. Orig.
A Brief History of Time. From the Big Bang to
Black Holes. México: Crítica/G

MARCH, Robert H. Física para poetas. México: Siglo XXI. 1988.
245 pág. 1977. 330 pág.