

PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO

POR

VÍCTOR R. HUAQUÍN M.

SOBRE EL AUTOR

Víctor Roberto Huaquín Mora es Psicólogo y Profesor de Filosofía; títulos obtenidos en la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Entre sus grados académicos cuenta con un Magíster en Educación obtenido en la Universidad de Santiago de Chile, un *Master of education* y un grado de *Doctor of Education* obtenidos en el *Teachers College* de la *Columbia University, USA*.

Entre sus publicaciones se encuentran *Axiología en Acción y Psicología del Aprendizaje*. También ha sido editor de las actas del *Primer Congreso de Educación Internacional, Integración y Desarrollo* realizado en Chile, en 1996.

Próximos a ver la luz pública están los libros *En torno a la Educación Internacional*, *Educación Integral: dimensión perfeccionadora en equilibrio y, también, Investigación Educativa*.

Editor de la Revista de Educación: Integración Académica de la Universidad de Santiago de Chile y autor de numerosos artículos, se ha desempeñado durante años como académico en la Universidad de Santiago (USACH), llegando a ser Profesor Titular de esa Casa de Estudios Superiores.

Casado, padre de cuatro hijos, Víctor Huaquín ha dedicado su vida a la investigación y a la docencia, transmitiendo a su familia el amor por el estudio y un fuerte sentido de la importancia del hogar en la formación de los hijos.

A través de su vida académica ha dictado conferencias tanto en Chile como en el extranjero, algunas de ellas de carácter

magistral. Ha participado y organizado congresos especialmente en el campo de la Educación Internacional.

Su libro, *Pensamiento Paradigmático*, se caracteriza por presentar una idea nueva en el campo de la psicología del desarrollo. Esta idea es utilizada específicamente como una etapa superior en la psicología del desarrollo de Piaget; pero, el pensamiento paradigmático, tal como se presenta, puede tener cabida en áreas y temas psicológicos que van más allá de la psicología evolutiva; así, por ejemplo, el campo de la psicología del aprendizaje puede nutrirse con esta nueva idea.

El lector puede utilizar su propia experiencia para comprender como el pensamiento paradigmático ha influido en sí mismo; por consiguiente, después de la lectura de este libro, podrá sacar sus propias conclusiones.

Rosa Adriana Gertosio Armijo

PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO

POR VÍCTOR ROBERTO HUAQUÍN MORA

ÍNDICE

Prólogo.....	6-7
Agradecimientos.....	8
Introducción.....	9-10

PRIMERA PARTE

PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO:

Una última etapa del desarrollo cognitivo.....	12-13
Etapas de Piaget.....	14-15
Etapa del pensamiento paradigmático.....	15-16
Paradigmas en conflicto.....	16-21
Etapa del pensamiento post-formal de Klaus Riegel.....	21-23
La posición de Riegel: Un paradigma más.....	23-24

SEGUNDA PARTE

DESARROLLO DE LA FÍSICA:

Subsunción versus contradicción.....	25-52
Construcciones paradigmáticas.....	53-55

TERCERA PARTE

EL PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO:

Contexto general.....56-60

EL CONCEPTO DE ESQUEMA.....60-64

ETAPAS Y ESQUEMAS PIAGETIANOS.....64-76

La primera etapa en función del concepto de esquema.....64-67

Raíces de la imitación.....67

La primera infancia de los dos a los siete años.....67-70

La infancia de los ocho a los once años.....70-75

El niño de doce a quince años.....75-76

El pensamiento paradigmático como
etapa última del desarrollo cognitivo.....76

ESQUEMAS Y PARADIGMAS:

Semejanzas y diferencias.....77-78

Semejanzas.....79-81

Diferencias.....82-85

CUARTA PARTE

DISCUSIÓN EXPLICATIVA IMAGINARIA.....86-91

JUEGOS COMO EJEMPLOS SIMPLES DE
PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO.....92-96

Ajedrez.....92

Ajedrón.....93-94

Gato.....95-96

CONSTRUCCIONES NUMÉRICAS QUE
IMPLICAN PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO....96-105

Conclusión.....106-107

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....108-112

PRÓLOGO

El origen de este libro se remonta a la concepción de una idea del desarrollo cognitivo humano, producto de la quinta etapa que postulara Klaus Riegel para la teoría del desarrollo de Jean Piaget y que llamó etapa post-formal o de las operaciones dialécticas.

Desde un principio, las ideas de Riegel me resultaron muy diferentes de las de Piaget. Reconozco que ellas me motivaron a generar una quinta etapa como continuación de la cuarta etapa o de las operaciones abstractas. Mi objetivo era continuar en forma consistente con el pensamiento de Piaget a diferencia del pensamiento de Riegel.

Comencé por observar lo que tenía más a mano en términos de producciones culturales y científicas. Observé, por lo tanto, la filosofía y la ciencia. La física me pareció un terreno fértil para encontrar personas que hayan logrado etapas superiores en su desarrollo cognitivo. Concebí la idea de que existiría una etapa superior y última en la línea de la teoría del desarrollo de Piaget que se caracterizaría por rescatar algo común en las producciones culturales y científicas, producto de esfuerzos individuales. Llamé pensamiento paradigmático a este elemento común; porque, de facto, aparecía como un patrón o guía del producto cultural o científico que además se caracterizaba por ofrecer un pensamiento organizado y sintético como lo es el pensamiento filosófico y científico.

En septiembre del 2005 decidí escribir un artículo referido al pensamiento paradigmático conectado a una quinta etapa del desarrollo cognitivo de Piaget, consciente ya de que estaba

elaborando algo propio. Posteriormente, esta idea se transformó en un libro.

Mi objetivo al escribir este libro ha sido hacerlo lo más amigable posible. Para lograrlo, me he preocupado de explicar todos los conceptos que, a mi juicio, lo ameritan. Esto, confiando en la capacidad de los lectores de usar solamente su pensamiento sin necesidad de tener demasiados conocimientos previos. Sin embargo, estoy consciente de que el libro puede tener un público algo reducido al plantear asuntos relacionados con una etapa última de la inteligencia humana y al dar ejemplos de la ciencia física para rebatir la postura de Riegel.

Me he preocupado de hacer reseñas de los autores importantes que ya han fallecido para que el lector mantenga un contacto más cercano con la lectura. Es posible que nombres desconocidos para algunos lectores quiten interés al libro que de por sí puede resultar algo dificultoso; por consiguiente, la breve reseña al pie de página servirá de ayuda a no pocos lectores haciendo; de esta forma, más interesante la lectura.

Mi intención es que este libro sea un aporte al desarrollo de la psicología evolutiva; específicamente, al desarrollo cognitivo humano.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi esposa ROSA ADRIANA GERTOSIO ARMIJO quien ha sido un enorme apoyo para la creación de este libro. Como Periodista y Profesora de Castellano siempre ha tenido la buena voluntad de trabajar en la edición de mis trabajos y este libro no es la excepción.

Agradezco a mis hijos Víctor Alfredo Francisco, Rosa María Paz, María José de los Ángeles y Gabriel Felipe Augusto quienes siempre han estado dispuestos a apoyarme y a colaborar en mis proyectos intelectuales; María José y María Paz han colaborado también en la edición de este libro. Agradezco también a Diego Nicolás Gallardo Lobos quien accedió generosamente a confeccionar la portada.

Agradezco a los que fueron mis alumnos. Ellos mantuvieron mi esfuerzo por seguir produciendo; éste trabajo ha sido, también, producto de la interacción en que muchos de ellos estuvieron implicados.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que han hecho posible que esta obra haya llegado a su término.

INTRODUCCIÓN

Tenemos dos cerebros. Los dos aportan al desarrollo de la inteligencia humana. Uno es analítico-lógico, el cual nos permite solucionar problemas de tipo operacional. El otro es analógico-sintético, el cual nos permite enfrentarnos al mundo con nuestro aparato sensitivo-perceptivo que deja lugar a un mundo de intuiciones.

En psicología ha existido la tendencia a considerar el desarrollo de la inteligencia humana mirando solamente la capacidad operativa; es decir, la capacidad que aporta el cerebro lógico. Sin embargo, se usa el cerebro analógico indirectamente en las mediciones de inteligencia; pero dada su naturaleza, estas mediciones están, por lo general, referidas directamente a las capacidades que están relacionadas con la lógica descuidando así, los procesos analógicos que las hacen posibles.

Este libro presenta al cerebro analógico en su expresión más alta del desarrollo de la inteligencia humana y que he llamado pensamiento paradigmático.

El aporte sintético que hace el cerebro analógico a la capacidad operativa del cerebro lógico se muestra aquí.

Al principio, en la primera parte, se considera brevemente la teoría del desarrollo de Jean Piaget, debido a la relevancia histórica que tienen sus aportes a la psicología del desarrollo. Se agrega una última etapa en el desarrollo cognitivo a la que he llamado pensamiento paradigmático. Para justificar su existencia, se presentan paradigmas en conflicto que han surgido a lo largo de la historia de la filosofía. Critico, además, la postura de Klaus

Riegel quien agrega una quinta y última etapa sobre la cuarta piagetiana. Como Piaget la llamó “*de las operaciones abstractas o etapa formal*”, Riegel la llamó “*de las operaciones dialécticas o etapa post-formal*”. El análisis crítico que hago a su posición deja al pensamiento dialéctico convertido en un paradigma más en la cultura occidental.

La segunda parte presenta el desarrollo de la física con el propósito de mostrar que el pensamiento humano, en este caso referido a la naturaleza, progresa por medio de subsunciones científicas y no por contradicciones dialécticas como lo ha planteado Riegel.

La tercera parte presenta al pensamiento paradigmático en un contexto general relacionado con su existencia en la psicología contemporánea y en un contexto específico en el desarrollo de las etapas de Piaget. Se analizan las relaciones entre esquemas y paradigmas desde una perspectiva de las semejanzas y diferencias entre ellos.

La cuarta parte busca hacer amigable al pensamiento paradigmático mostrándole al lector que él lo utiliza cotidianamente. Para esto, se presenta la idea del juego de ajedrez a ciegas como una forma de destacar las diferencias entre pensamiento analógico que concibe el tablero, piezas, posiciones y movimientos desde la perspectiva de la imaginación de cada cual y el pensamiento lógico que permite jugar a ciegas.

Igualmente, se crea un tablero de cien casilleros con piezas similares al ajedrez más algunas otras con el objetivo de que el lector imagine la construcción de este nuevo juego que he llamado ajedrón; al imaginar y no jugar se destaca el pensamiento analógico.

Para personas que no juegan ajedrez se presenta un juego que en Chile se llama “gato” con el propósito de que el lector utilice un modelo imaginario destacándose, de esta forma, su pensamiento paradigmático.

Finalmente, también a modo de juego, se invita al lector a aventurarse en una lectura de números enormemente crecientes para que él mismo perciba sus procesos de retroalimentación sustentados por su lenguaje y los procesos de pro-alimentación que le permiten aventurarse en números cada vez mayores.

La conclusión del libro, además de considerar la importancia del pensamiento paradigmático ligado a nuestra capacidad de retroalimentación, destaca la necesidad de considerar al pensamiento analógico junto con el pensamiento lógico en el estudio del desarrollo cognitivo humano.

PRIMERA PARTE

PENSAMIENTO PARADIGMATICO: Una última etapa del desarrollo cognitivo

El ser humano se concibe, nace, crece, se desarrolla, envejece y muere. La psicología del desarrollo se preocupa de la evolución de los individuos a lo largo de sus ciclos vitales. Resulta interesante destacar que la mayoría de los psicólogos del desarrollo postulan los procesos evolutivos individuales por medio de etapas. Hay algunos pocos, no obstante, que explican el desarrollo humano como un crecimiento continuo sin etapas. La condición para que existan etapas en el desarrollo humano se debe a los cambios cualitativos que proceden de una a otra; de tal manera que, surgen diferencias esenciales en cada una de ellas, además de un proceso discontinuo que sólo progresa con una maduración suficiente para que el individuo sea llevado a la etapa siguiente. De esta forma, se hace posible distinguir estadios, etapas o períodos en el desarrollo humano.

En este estudio interesa centrar nuestra atención en el desarrollo cognitivo del ser humano. Quisiera focalizarme en los estudios del desarrollo cognitivo que ha hecho Jean Piaget,¹ puesto que él, a través de su gran experiencia obtenida mediante observaciones y experimentos en niños, adolescentes y, además, en sus propios hijos, logró elaborar una teoría de la inteligencia humana distinguiendo varias etapas en su desarrollo. Además, ha

¹ Jean William Fritz Piaget. Nació el 9 de agosto de 1896 en Suiza y murió el 16 de septiembre de 1980. Psicólogo, filósofo y biólogo. Fue creador, en 1955, del Centro Internacional por la Epistemología Genética (entendiéndose epistemología como la investigación empírica de las capacidades cognitivas y genética como la génesis del pensar humano). Se concentró a lo largo de su vida en el desarrollo de la psicología evolutiva. Como psicólogo experimental generó una teoría cognitiva del desarrollo que aquí examinaremos.

sido una de las teorías más influyentes aun cuando haya sido modificada por investigaciones posteriores. Estas etapas cumplen claramente con los criterios anunciados al comienzo.

El desarrollo de cada etapa se produce por un proceso de asimilación que permite que cada nuevo conocimiento sea incorporado manteniéndose así un equilibrio en el desarrollo cognitivo del individuo. Sin embargo, suelen llegar ciertos momentos en que el equilibrio no puede mantenerse por el simple proceso de asimilación, porque las exigencias cognoscitivas provocadas por el entorno exigen más de lo que el individuo puede absorber de una determinada manera.

Surge así, un progreso nuevo mediante un proceso que Piaget llamó acomodación y que implica un surgimiento de estadios y períodos discontinuos en el desarrollo intelectual humano. Según Piaget, ambos procesos trabajan juntos: así, la asimilación permite la incorporación de conocimientos de una forma determinadamente similar y la acomodación permite la incorporación de conocimientos de formas esencialmente diferentes. El equilibrio se mantiene mediante el uso de estos dos procesos intelectuales. En un momento determinado del desarrollo una persona puede cambiar sus estructuras cognoscitivas sólo en forma limitada. Siempre debe existir alguna continuidad. El balance o equilibrio entre asimilación y acomodación es un proceso de ajuste continuo a lo largo de la vida.

El equilibrio es el principio más general del desarrollo en la teoría de Piaget. Este principio se basa en el hecho de que todo organismo tiende a un estado de balance biológico y psicológico y que el desarrollo es una aproximación progresiva a un estado de equilibrio ideal que jamás se logra completamente. De esta forma, las etapas surgen en una sucesión constante sin saltos y las estructuras mentales de cada individuo se apoyan tanto en su herencia genética como en su medio ambiente.

ETAPAS DE PIAGET

Veamos brevemente las etapas que Piaget describe.

La etapa sensoriomotora (nacimiento hasta los dos años). Piaget pensó que al comienzo el infante basa su entendimiento del mundo mediante reflejos innatos que al usarlos repetidamente se convierten en esquemas que guían su conducta posterior. Por medio de éstos el infante construye el objeto a través de seis estadios. La noción de objeto o la construcción de lo que llamamos realidad, surge en un proceso constructivista. Los sentidos adquieren, entonces, una base fundamental para la comprensión del mundo. Experiencia y sentidos quedan así profundamente ligados. Los esquemas innatos constituyen el ingrediente que hace posible esas ligazones o uniones; de tal forma que, al final de los dos años, el infante logra concebir la permanencia de los objetos por medio de esquemas más desarrollados y complejos.

Etapla preoperacional (dos a siete años). De los esquemas orientados a la acción de la etapa sensoriomotora el niño progresa a los esquemas basados en el uso del lenguaje y a otras formas de representaciones simbólicas donde la intuición juega un rol fundamental. Durante esta etapa el niño piensa siguiendo ciertas reglas que no responden necesariamente a reglas lógicas. Así, un niño de cuatro o cinco años puede haber aprendido las nociones de par e impar, pero puede confundirse frente a la suma de dos números impares, porque ha aprendido por medio de esquemas anteriores que lo semejante da lo semejante. Por consiguiente, se confunde frente al resultado que arroja un número par al aplicar el principio aprendido sin comprender aún las operaciones. Igualmente, el niño en esta etapa pudiera no entender que menos por menos da más en el aprendizaje de las multiplicaciones. Así el niño aprende a resolver problemas no sólo por medio de acciones,

sino también con palabras que representan un mundo sensitivo-perceptivo. La imitación y la generalización son aprendidas en esta etapa junto con el pensamiento simbólico, que le permite a los niños imitar los roles de las personas. Los cuentos infantiles aprovechan estas habilidades.

Etapa operacional concreta (siete a once años). Después de que los niños llegan a dominar las representaciones simbólicas, comienzan a aprender a coordinarlas lógicamente. Los niños en esta etapa son capaces de utilizar relaciones lógicas entre conceptos o esquemas, pero aún permanecen limitados a objetos y eventos que son reales y concretos.

Etapa operacional abstracta (once a quince años y en adelante). En esta etapa los individuos son capaces de pensar en forma hipotética y, por lo tanto, están preparados para utilizar la lógica formal. El pensamiento abstracto, que permite comprender la actividad científica, es para Piaget la culminación del desarrollo cognoscitivo humano.

ETAPA DEL PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO

Siguiendo esta línea de pensamiento es posible descubrir que la cultura en que vivimos nos ofrece mayores desafíos que nos llevan a nuevos desequilibrios psicológicos y que no son solucionables por el mero pensamiento abstracto. Tal vez, el pensamiento propiamente adulto se ve enfrentado a nuevos procesos de acomodación que permiten formas superiores de equilibrio generando estructuras novedosas y variadas. Propongo llamar pensamiento paradigmático a esta nueva y última etapa que distingue claramente el pensamiento abstracto de un tipo superior de pensamiento analógico.

El pensamiento paradigmático se caracteriza por generar estructuras o modelos de pensamientos que dan a la inteligencia

humana una flexibilidad enorme. Una manera de demostrar la existencia de esta última etapa es recurrir a los actuales paradigmas contruidos por individuos que han logrado llegar a esta etapa. Debo decir, que así como no pocos individuos logran adquirir el pensamiento formal, son muchos menos los que logran el pensamiento paradigmático a la altura de una etapa superior.

Al examinar los paradigmas de las diferentes dimensiones humanas, veo que la filosofía ha sido el campo más rico por su diversidad y, sobre todo, por los paradigmas que entran en conflicto pudiendo así ser muy explicativos de su naturaleza.

El pensamiento paradigmático se caracteriza por pretender explicaciones globalizantes; de tal manera que es fácil encontrar paradigmas en conflicto. Así, cuando un filósofo dice: sólo existe la materia versus otro que afirma que la materia no existe; podemos inferir que estamos en presencia de paradigmas en conflicto. De más está decir que estas dos oraciones últimas están acompañadas de largas y bastante consistentes explicaciones filosóficas.

PARADIGMAS EN CONFLICTO

Me permitiré hacer una breve revisión de paradigmas que han surgido en oposición, con el objetivo de centrar nuestra atención en los paradigmas mismos más que en las explicaciones que ellos pretenden.

Cuando Parménides² escribe su poema sobre *doxa* (opinión, creencia) y *epísteme* (ciencia, inteligencia), y centra su atención

² Parménides de Elea (540 a. C. - 470 a. C.). Filósofo griego. Considerado como el más importante de la escuela eleática. Permanece un escrito titulado “*Sobre la naturaleza*” que corresponde a un poema del cual se han conservado 160 versos en el cual expone dos caminos para acceder al verdadero conocimiento; la vía de la ciencia (*epísteme*) y la vía de la opinión (*doxa*). Su pensamiento lo ha llevado a ser considerado como padre de la metafísica. Su famosa frase, “*El ser es y el no-ser no es*” es producto

en *epísteme*, está generando una construcción paradigmática basada en el pensamiento; en cambio, cuando Heráclito³ afirma que todo fluye (*panta rei*) está basando su construcción paradigmática en la percepción. Parménides llegará por esta vía a concebir un ser único, eterno, inmutable. El ser, dice el filósofo, no puede ser más que uno, porque dos seres implican una diferencia y ésta sólo puede entenderse como no ser entre esos dos seres y eso no puede ser, concluye. Por otra parte, Heráclito dice que nunca nos bañamos dos veces en un mismo río, porque cuando pretendemos hacerlo por segunda vez sus aguas ya han cambiado y, por lo tanto, nada permanece y todo cambia.

Platón⁴ busca sintetizar estas dos posiciones opuestas y genera su famosa teoría de las ideas. El mundo de las cosas queda para lo mutable y el de las ideas para lo inmutable; así, un triángulo equilátero existe sólo en el mundo de las ideas, en el de las cosas sólo existen copias imperfectas de él.

Por su parte, Aristóteles⁵ también busca sintetizar los pensamientos de Parménides y Heráclito y para ello genera su teoría del acto y la potencia. El ser inmutable es concebido como acto puro y su oposición más completa es la potencia pura. El acto es determinación, la potencia determinabilidad; de esta forma, genera también su teoría hilemórfica (de la materia y la forma) donde la materia es principio de determinabilidad (potencia) y la forma principio de determinación (acto). Pero, la

de una primacía de la razón sobre los sentidos que lo hace pensar en un ser verdadero absoluto y en seres relativos o ilusorios.

³ Heráclito de Efeso (544 a. C. – 484 a. C.). Filósofo griego, llamado “El Oscuro” por el carácter enigmático de muchas de sus afirmaciones. De sus obras quedan sólo fragmentos. Afirma que el fundamento de todo está en el cambio incesante; por consiguiente, el devenir es el principio de todo; no obstante, éste es regido por una ley que denomina *Logos*, la cual, expresa la coherencia subyacente de las cosas.

⁴ Platón (427 a. C. – 347 a. C.). Filósofo griego. Discípulo de Sócrates y maestro de Aristóteles. El término Platón corresponde a “espalda ancha”. Su nombre es Aristocles de Atenas. Permanece una gran obra escrita. Su pensamiento ejercerá una gran influencia en el desarrollo de la filosofía. Su teoría de las ideas permite hablar de un “idealismo platónico” o de una primacía de las ideas sobre las cosas.

⁵ Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.). La historia lo ha descrito como el más grande filósofo de la antigüedad y algunos lo consideran como uno de los mayores filósofos de la filosofía occidental. Discípulo de Platón y maestro de Alejandro Magno. Creó su Liceo que fue tan prestigioso como la Academia de Platón. Fundamenta el conocimiento en la experiencia lo que lo diferencia de su maestro y por lo cual se habla de un “realismo aristotélico”.

materia y la forma pertenecen al mundo de las cosas, no al de las ideas.

Si opusiéramos los paradigmas de Platón y Aristóteles, podríamos afirmar que Platón concibió un realismo de las ideas y Aristóteles un idealismo de las cosas al poner el primero, la verdadera realidad en las ideas y el segundo, al concebir en las cosas lo esencial. Nótese que esta última explicación en oposición también implica una construcción paradigmática del idealismo o del realismo.

El desarrollo del pensamiento humano se ha ido construyendo por paradigmas y no por meras abstracciones. Si pensamos en el empirismo de Hume⁶ y en el racionalismo de Descartes⁷ podemos observar que las oposiciones se mantienen y los puntos de partida de las construcciones paradigmáticas también. Al utilizar la mera experiencia, Hume niega la existencia de causas y afirma solamente la sucesión de fenómenos; por su parte, al poner Descartes el punto de partida en el pensamiento (ego cogito=yo pienso) las causas no surgirán como problemas y se concebirán en la construcción paradigmática cartesiana como dadas.

En cambio, Kant⁸, al revisar el pensamiento de Descartes y de Hume conjuntamente dirá: “*Hume me despertó de mi sueño dogmático*”, refiriéndose a Descartes. Para Kant, las causas no existen a posteriori, pero sí existen como formas a priori. El apriorismo kanteano afirma que la experiencia sólo es posible por las formas a priori de la sensibilidad (espacio y tiempo) y del pensamiento (doce categorías del juicio, entre ellas la causalidad).

⁶ David Hume (1711 – 1776). Filósofo escocés reconocido comúnmente como naturalista escéptico y empirista. Perteneció a la ilustración escocesa. Para él todo conocimiento deriva de la experiencia sensible.

⁷ René Descartes (1596 – 1650), Filósofo, matemático y científico francés. Para él la base de todo verdadero conocimiento se deriva de la razón. Inventor de la geometría analítica. Como científico fue uno de los primeros en crear el modelo hipotético al recurrir a las hipótesis que podían ser testeadas por la experiencia. Ha sido considerado el padre de la filosofía moderna.

⁸ Immanuel Kant (1724 -1804). Filósofo alemán. Probablemente, el más influyente de la filosofía moderna. Sus trabajos predominantes han sido en epistemología, metafísica y ética. Su obra principal, la “*Crítica de la razón pura*”, una de las más importantes de la historia de la filosofía, apareció en 1781; piense el lector que si Kant hubiera muerto antes de cumplir los 50 años, esta obra no hubiera existido. En 1749 publicó su primera obra, “*Meditaciones sobre la verdadera estimación de las fuerzas vivas*”.

La construcción paradigmática de Kant lo hará decir que no es el objeto el que determina al sujeto, sino el sujeto el que determina al objeto (apriorismo que implica un constructivismo). Kant llamó a esto: *revolución copernicana del entendimiento*. Las construcciones paradigmáticas de Kant constituyen ejemplos clarificadores, porque ellas son una alternativa a los paradigmas aceptados por la gente común y que han surgido del pensamiento filosófico vertido naturalmente en los lenguajes actuales.

Así, los conceptos de concreto y abstracto, de posibilidad e imposibilidad, actualidad y pasividad, materia y forma, sustancia y accidente, esencia y existencia vienen de la filosofía griega, predominantemente aristotélica, generando una suerte de impronta en el lenguaje cotidiano y haciendo estructurar el pensamiento popular en una dirección determinada y no en otra. Al criticar la razón misma, Kant se separa de la impronta del pensamiento filosófico de su tiempo generando una epistemología nueva (para muchos el comienzo del pensamiento epistemológico propiamente tal) que implica nuevos paradigmas que obligan a redefinir muchos conceptos utilizando no pocas veces palabras iguales para conceptos nuevos. Por ejemplo, cuando Tomás de Aquino⁹ (siglo XIII) utilizaba los conceptos de a priori y a posteriori se refería a explicaciones por sus causas y por sus efectos. En cambio, al buscar Kant (siglo XVIII) las condiciones que hacen posible la experiencia y concluir que ella es posible por una combinación de forma (interna) y contenido (externo) está utilizando los conceptos de a priori y a posteriori de una manera completamente diferente.

Cuando Tales de Mileto¹⁰ se pregunta por el origen de todo está suponiendo que su pregunta es válida y, por lo tanto, el valor

⁹ Tomás de Aquino (1225 – 1274). Filósofo y teólogo medieval. Generador de la llamada filosofía Tomista dentro de la corriente escolástica, una de las más importantes de la Iglesia Católica. Una de sus obras más conocida es la “*Summa Theologica*” en la que presenta cinco vías para demostrar la existencia de Dios. Su legado escrito es profundo en calidad y comparativamente enorme en cantidad. Conocido como Doctor Angélico y Doctor Común. Es patrono católico de todos los centros de educación del mundo.

¹⁰ Tales de Mileto (624 a. C. – 546 a. C.). Filósofo y matemático griego. Fue el fundador de la filosofía griega. El primero que estudia a la naturaleza de forma racional. Su estudio comienza por el origen (arché o arjé) principio, causa o sustrato último de la naturaleza. Aristóteles afirma que para Tales el agua es el

del conocimiento mismo no se plantea. En otras palabras, frente al valor del conocimiento o posibilidad misma de conocer, Tales de Mileto resulta un dogmático para Kant.

Los primeros que se plantearon el problema del conocimiento fueron los escépticos, llamados así, porque pusieron en duda el valor del conocimiento. Frente a una afirmación dogmática y una negación escéptica sobre la posibilidad del conocimiento, Kant plantea una posición crítica que afirma que la posibilidad del conocimiento existe, pero en forma limitada.

El pensamiento paradigmático genera en Kant no sólo un criticismo frente al valor del conocimiento o un apriorismo frente al origen del conocimiento, sino también un fenomenalismo frente al problema esencial del conocimiento; es decir, frente a lo que el conocimiento propiamente es. En relación con este problema, Tales de Mileto surgirá como realista; puesto que, su respuesta sobre el origen de todo lo llevará al agua; es decir, a algo que está fuera de si mismo o de su pensamiento.

El pensamiento paradigmático de Tales surgió de acuerdo a su entorno y tiempo en que existió; por lo tanto, era difícil si no imposible que construyera paradigmas mentales relacionados con su pensamiento mismo. Algunas personas no se plantean la existencia de seres fuera del pensamiento como problema hasta que se encuentran con modelos mentales en oposición. Así, cuando el idealismo afirma que no existen seres fuera del pensamiento, recién estas personas son capaces de tomar conciencia de sus propios paradigmas relacionados con este problema.

Pues bien, para Kant, el conocimiento esencial nos está negado y, por consiguiente, ni el realismo ni el idealismo son respuestas válidas para resolver este problema esencial. Sólo podemos dar cuenta de fenómenos, jamás de esencias. La esencia o noumenon es incondicionado; pero, nuestro modo de conocer

elemento básico del que estaban hechas todas las cosas. En geometría elaboró un conjunto de teoremas generales recopilados por Euclides.

está condicionado por nuestras categorías a priori. Por consiguiente, podemos conocer sólo fenómenos. El fenomenalismo kantiano hace posible el conocimiento científico (de fenómenos), pero niega el conocimiento metafísico (de esencias).

ETAPA DEL PENSAMIENTO POST-FORMAL DE KLAUS RIEGEL

El pensamiento paradigmático, además de ser globalizante y estructurador, es enormemente flexible pudiendo ser fácilmente reorganizador de si mismo. Este mirarse a si mismo es lo que los psicólogos han llamado pensamiento meta-cognitivo. Las meta-cogniciones son ingredientes naturales para críticas, creaciones, reordenaciones y globalizaciones.

El hecho de que el pensamiento abstracto o formal haya sido considerado por Piaget como la culminación del desarrollo cognitivo puede haberse debido a que su mente estaba focalizada en la capacidad operatoria del ser humano y ha sido, entonces, el criterio que ha determinado a las operaciones abstractas como etapa última; por lo demás, no todos los adolescentes logran desarrollar el pensamiento formal. Incluso no pocos adultos son incapaces de inferir vía deducción o inducción, según el caso, proposiciones lógicamente correctas. Estas personas necesitan de ligazones concretas en cada paso proposicional para llegar a las soluciones esperables. Sin embargo, muchos psicólogos en la actualidad se han preocupado del desarrollo humano a lo largo del ciclo vital.

En lo que respecta al desarrollo cognitivo, Klaus Riegel¹¹ (1975) propone añadir una quinta y última etapa a la teoría

¹¹ Klaus Riegel (1825 -1977). Nace en Berlín donde vivió hasta su juventud. De sus estudios originales de matemática y física derivó a estudios psicolingüistas y de gerontología hasta generar su teoría de psicología dialéctica. Su muerte lo alcanzó cuando estaba compilando sus ensayos sobre "*Psychology of*

cognitiva de Piaget. Él la llamó “*etapa del pensamiento post-formal o de las operaciones dialécticas*”. El pensamiento dialéctico ha surgido como un método lógico en la historia de la filosofía. En el pensamiento platónico se muestran la mayéutica y la dialéctica. La mayéutica consistía en sacar de sí mismo los conocimientos. Así, en el Taitetos, Sócrates¹² manda a pedir un esclavo para hacerle algunas preguntas de geometría. Las preguntas son de tipo lógico y frente a los errores y aciertos Platón propone su teoría de la reminiscencia. La dialéctica consistía en la interacción de dos personas o más para llegar juntas a la verdad.

El método dialéctico se separa de la lógica bivalente esquematizada por primera vez por Aristóteles. Este método opera en forma trilogía estableciendo una afirmación o tesis, una negación de la afirmación o antítesis y una negación de la negación o síntesis. Lo novedoso del método dialéctico es que la síntesis implica un avance sobre la tesis. Probablemente su uso ha facilitado la generación de construcciones paradigmáticas que han plasmado el pensamiento filosófico moderno y contemporáneo. Así, el idealismo alemán utilizó este método. El llamado idealismo subjetivo de Fichte¹³ y el idealismo objetivo de Schelling¹⁴ se termina en un idealismo absoluto en el pensar de

History and Development” (1976). Aparecieron inmediatamente después de su muerte dos libros póstumos; “*Psychology, Mon Amour: A Counter Text*” (1978) y “*Foundations of Dialectical Psychology*” (1979). Fue el iniciador de la Escuela americana de psicología dialéctica.

¹² Sócrates (470 a. C. – 399 a. C.). Filósofo griego. Considerado como uno de los más grandes de la filosofía occidental. Junto a Platón y Aristóteles, los tres representantes mayores de la filosofía griega, se caracterizó por haber rebatido el escepticismo sofista debido a la definición universal del concepto o idea. No escribió su pensamiento, el cual, se conoce por Platón, Aristóteles, Jenofonte y Aristófanes. A él se le atribuye la Mayéutica, método que consiste en dar a luz el conocimiento que existe en el interior de las personas tal como una partera ayuda a dar a luz un niño.

¹³ Johann Gottlieb Fichte (1762 – 1814). Filósofo alemán continuador de la filosofía crítica de Kant y precursor de Schelling. Su sistema filosófico da origen al idealismo alemán al negar los *noúmena* (esencias o cosas en sí) kanteanos; pero, poniendo el fundamento de la conciencia en sí misma y no en los fenómenos del mundo real. La realidad es, entonces, producto del sujeto pensante.

¹⁴ Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (1775 – 1854). Filósofo alemán. Uno de los máximos exponentes del idealismo y romanticismo alemán. Pretende superar el idealismo subjetivo de Fichte; así, en su filosofía de la naturaleza, ésta no es producto del yo, sino que es objetiva e independiente del sujeto. En una segunda etapa de su pensamiento colocará a lo Absoluto como única realidad indiferenciada y, por tanto, por sobre el hombre y la naturaleza. o sobre el yo y el no-yo del sujeto y del objeto. En una tercera etapa, convierte lo absoluto en la voluntad (racional y ciega) postulando un dualismo bien-mal con lo que pretende explicar la realidad histórica como una lucha entre el bien y el mal.

Hegel.¹⁵ Carlos Marx¹⁶ también utilizó este método surgiendo el llamado “materialismo dialéctico”. El mundo es material y la materia es dialéctica. El método dialéctico aporta a las teorías del desarrollo la idea de interacción del individuo con la sociedad. Para Riegel, el individuo alcanza nuevos niveles de funcionamiento en esta etapa post-formal al interactuar con la sociedad. Riegel sugiere, también, que el individuo en esta etapa dialéctica ya no requiere más de un estado de equilibrio. Los objetos y las personas tienen rasgos contradictorios siendo la realidad misma contradictoria. De esta forma, la contradicción es aceptada como base de todo conocimiento y desarrollo.

LA POSICIÓN DE RIEGEL: UN PARADIGMA MÁS

Debo decir que rechazo profundamente la quinta o última etapa del desarrollo cognitivo a la manera como la propone Riegel. En primer lugar, el pensamiento dialéctico puede perfectamente entenderse como un modelo alternativo; una suerte de lógica trivalente, al lado de la lógica bivalente y polivalente. Pasa, a mi juicio, a ser uno de tantos paradigmas generados por la

¹⁵ Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770 – 1831). Filósofo alemán. Su filosofía representa la culminación del idealismo alemán en su llamado idealismo absoluto. La historia distingue (tal vez, no acertadamente) una derecha de una izquierda hegeliana; la una, es idealista, tradicional, ortodoxa, nacionalista (el estado es percibido como la síntesis perfecta entre lo privado y lo público) y religiosa; la otra, es materialista, liberal, revolucionaria y atea en que la religión es superada por la filosofía y en que el método dialéctico es aplicado a la realidad (materialismo dialéctico). “*La Fenomenología del Espíritu*” (1807) es una de sus obras más importantes. Su famosa frase “*todo lo racional es real y todo lo real es racional*” representa la idea unificadora de su idealismo absoluto.

¹⁶ Karl Heinrich Marx (1818 – 1883). Filósofo, sociólogo y economista. Se convierte en padre teórico del comunismo. Escribió muchas de sus obras junto con Friedeich Engels. Algunos autores han pretendido reunir esta obra conjunta en una corriente filosófica llamada marxismo. Sus principales trabajos se centran en la crítica filosófica, económica y política. Utiliza el método dialéctico de Hegel. Su obra más importante, “*El Capital*” fue escrita en Londres después de su destierro de Francia. Las contradicciones dialécticas entre capital y trabajo responden a un devenir constante y cuya síntesis, a diferencia de Hegel, está en el futuro. El hombre está alienado por un trabajo que ya no satisface sus necesidades directas; esta alienación económica lo lleva a otras, como la alienación religiosa, política y social. La división de clases es producto de una alienación. Solamente en una sociedad sin clases el hombre se verá libre de sus alienaciones. La teoría del valor, la explotación como apropiación de plusvalía y la teoría explicativa sobre las crisis capitalistas son sus conceptos económicos más importantes.

historia del conocimiento; no el único y mucho menos el último como para elevarlo a la altura de una etapa en el proceso cognitivo humano. En segundo lugar, en lo que Piaget afirma sobre el equilibrio, discrepo también con Riegel. Pienso que el individuo que ha logrado la última etapa, la del pensamiento paradigmático, se sigue moviendo por los desequilibrios cognoscitivos y continúa buscando modelos superiores de comprensión que le permitan llegar a un estado de balance. Esto nos señala, además, que el pensamiento paradigmático es altamente proactivo. El individuo en esta etapa no reacciona solamente a los paradigmas existentes, sino que se siente inclinado a juzgarlos y a generar paradigmas propios. El resultado histórico, es un cúmulo de grandiosas construcciones. Si ellas se comparan entre sí, aparecen no pocas veces contradictorias; pero si nos fijamos en el pensamiento científico podemos observar que se destaca más la subsunción que la contradicción.

SEGUNDA PARTE

DESARROLLO DE LA FÍSICA: Subsunción versus contradicción

Quisiera invitar al lector a revisar algunos aspectos del desarrollo de la física con el propósito de mostrar cómo algunos paradigmas no son rechazados sino subsumidos por otros.

Resulta interesante observar que el estudio de la naturaleza o física fue lo primero que interesó a los filósofos. El pensamiento de los filósofos pre-socráticos partió de la observación cotidiana. El agua, el aire, fueron considerados como el origen de todo. Pero lo determinado (*peras*) en contraposición con lo indeterminado (*ápeiron*) llevó a Anaximandro¹⁷ a concebir el origen de todo en un modelo que tuviera como punto de partida lo indeterminado. Y esto llevó a Anaxímenes,¹⁸ discípulo de Anaximandro, a concebir el aire como origen (*arché*) de todo. El pensamiento paradigmático indujo a los pitagóricos a ver en los números el origen de todo. No es la materia sino la forma el principio orientador. Lo indeterminado se hace determinado por el número en este nuevo modelo de pensamiento. Resulta curioso que se hayan concebido primeramente los números ordinales y posteriormente los cardinales siendo que estos últimos son más fáciles de manejar matemáticamente. Se me ocurre pensar que los modelos mentales relacionados con los números partieron primero imaginando a los números como unidades (el primero, el

¹⁷ Anaximandro de Mileto. (610 a. C. – 546 a. C.). Filósofo, geómetra y astrónomo griego. Discípulo de Tales; al igual que él, busca el origen (*arjé* o *arché*) sobre el cual se funda la realidad; pero, a diferencia de él, concluye que dicho principio no podía basarse en ningún elemento conocido porque éstos ya están determinados (*peras*= límite, borde) (son efectos) y el principió (*arjé* o *arché*) no puede tener determinación alguna (en cuanto causa); por consiguiente, debe ser indeterminado, indefinido, infinito (*ápeiron* =lo sin límites). Su segunda idea, después del *apeiron*, es la de cosmos (orden) el cual, surge del *ápeiron* al separarse los contrarios: lo caliente de lo frío y lo húmedo de lo seco. Es el primero del que se tiene noticia que escribe un tratado en prosa sobre la naturaleza inaugurando un género literario nuevo distinto del verso utilizado antiguamente.

¹⁸ Anaxímenes de Mileto. (585 a. C. – 525 a. C.). Discípulo de Anaximandro; algunos historiadores argumentan que fue más bien discípulo de Tales al adscribir el aire (infinito, pero determinado como el agua) el principio que por condensación y rarefacción ha salido todo. El fuego es generado por rarefacción; en cambio, el viento, las nubes, el agua, el hielo, la tierra y las piedras son generados por condensación. De esta forma, se opone tanto a Tales como a Anaximandro. En Anaxímenes existe un intento de explicación de las transformaciones de los elementos.

segundo, el cuarto, etc.). Esto se percibe en el pensamiento órfico cuando atribuye a los números (ordinales) ciertas propiedades simbólicas totalmente ajenas a las matemáticas.

Cuando Aristóteles se preocupa por lo que ahora entendemos por ciencia física lo hace con construcciones paradigmáticas que tienen como base fundamental lo que ahora conocemos por metafísica. Era natural concebir las cosas con fundamentos esenciales de ellas. Pero esto respondía a una concepción paradigmática. De esta forma, el peso de ellas respondía a algo intrínseco de su naturaleza. Así, cada cuerpo en su naturaleza manifestaba su lugar natural o peso (*pondus*); de esta manera, el lugar natural de los cuerpos pesados era abajo y el lugar natural de los cuerpos livianos era arriba. La idea de levitar viene de la concepción aristotélica. La construcción paradigmática implicaba una idea de arriba y abajo absoluta. De esta forma, el concepto de peso aristotélico no correspondía al concepto de masa como lo viera muy posteriormente Galileo Galilei.¹⁹ Probablemente, Aristóteles concibió que un cuerpo tiende a detenerse si no se le aplica una fuerza y si se mueve constantemente es debido a que se le aplica una fuerza constante. Galileo construyó un paradigma distinto. Al tomar en cuenta el roce y concebir la idea de inercia junto con la de masa, surge el concepto de masa inercial que será expresado por la fórmula $F=m*a$ (donde F es igual fuerza, m es igual masa y a es igual aceleración de velocidad). Si construimos una fórmula para el concepto aristotélico en que no está implicado el efecto del roce que Aristóteles pareciera no haber considerado, me la imagino así: $F=m*v$ (donde v es igual a velocidad). El paradigma aristotélico atribuía a la esencia de los cuerpos su comportamiento. De esta forma, Los cuerpos más pesados

¹⁹ Galileo Galilei. (1564 – 1642). Astrónomo, físico y matemático italiano. Ha sido considerado el creador del método experimental como también el padre de la “astronomía moderna”, el “padre de la física moderna” y el “padre de la ciencia moderna”. Formuló la ley de aceleración uniforme para la caída de los cuerpos. Construyó varios telescopios con los que descubrió los cráteres lunares, las manchas solares, las fases del planeta Venus y cuatro satélites de Júpiter. Demostró que la Vía Láctea está compuesta de estrellas. La ruptura con las ideas aristotélicas que eran predominantes en la Europa del siglo XVI y XVII unido a un rechazo del sistema geocéntrico de Tolomeo y el abierto apoyo al sistema heliocéntrico de Copérnico referido a las órbitas de los planetas, le significaron problemas jurídicos con la Iglesia Católica. Es condenado por herejía en 1616 y en 1633. Paradójicamente, la defensa de Galileo en cuanto la Biblia no es un libro científico ha sido utilizado como argumento en la apologética cristiana.

buscaban más rápidamente su lugar natural y los más livianos más lentamente su lugar natural que era la tierra; en cambio, los leves y muy leves buscaban su lugar natural en el cielo. Así, la naturaleza resultaba distinta para los cuerpos terrestres y para los cuerpos celestes. Con Newton²⁰ se aprecia claramente la idea de subsunción. La Física de Galileo²¹ es subsumida por Newton bajo la idea de gravitación universal. Y si Galileo concibió la fórmula $Ag = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ (donde Ag es igual a aceleración de gravedad y t es igual a tiempo), Newton complementará la formula agregándole la velocidad inicial (vi). De esta forma, la fórmula quedará así; $Ag = vi + \frac{1}{2} a \cdot t^2$. Las nuevas construcciones paradigmáticas en el campo de la física no se caracterizarán por sus contradicciones como sucedió en la teoría del flogisto y del oxígeno sino por sus subsunciones como ha sucedido en la teoría de la gravitación universal de Newton y de la relatividad de Einstein.

Isaac Newton cambió los paradigmas existentes con la teoría de la gravitación universal. Aún en su época se hablaba de

²⁰ Isaac Newton (1643 - 1727). Filósofo, científico, matemático y físico inglés. Calificado, a menudo, como el más grande científico de todos los tiempos. Su obra produce una revolución en el pensamiento físico de su época con la ley de la gravitación universal y el establecimiento de la mecánica, actualmente, llamada clásica. Sus primeras investigaciones se centraron en la óptica: Explicó que la fusión de colores del arco iris da el blanco (luz blanca). Postula la naturaleza corpuscular de la luz. Creador del cálculo integral y diferencial; sin embargo, Leibniz lo publicó antes, lo que generó una polémica; porque, Newton afirmaba haberlo ya utilizado en sus investigaciones matemáticas. (El hecho es que Leibniz lo inventó 10 años después de Newton en 1685; pero, lo publicó 20 años antes de que Newton publicara su propio trabajo en esta materia.) La historia reconoce a ambos el valor del descubrimiento. En su libro publicado en 1687, "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*", considerado el más influyente de la historia de la ciencia, expone la refundación de la mecánica unida a los fundamentos matemáticos del universo formulando tres leyes del movimiento.

²¹ Nótese que en Aristóteles los cuerpos caen según su naturaleza; en cambio, en la fórmula de Galileo se determina que todos los cuerpos caen con la misma velocidad acelerada. Los paradigmas conceptuales son completamente diferentes.

cuerpos terrestres y celestes. Un nuevo modelo del universo se fue imponiendo al concebir la fuerza de gravedad como influyente en todos los cuerpos (graves y leves). Su nuevo paradigma mantenía, sin embargo, los conceptos de absoluto en oposición a relativo, de verdadero en oposición a aparente. Estos serán utilizados por Newton en los conceptos de lugar, movimiento, tiempo y espacio. Es interesante observar que estos conceptos estaban basados en construcciones paradigmáticas que sobrevivieron en la Física del siglo XIX. En su libro *“Principios matemáticos de la Filosofía Natural”* los define conforme al paradigma indicado²². Si utilizamos este paradigma y lo aplicamos al concepto de simultaneidad nos vemos movidos a decir que simultáneo es lo que ocurre en un momento dado en cualquier parte del universo. El paradigma concibe al espacio y al tiempo como dos dimensiones independientes. Es natural concebirlos así cuando la Psicología enseña que las intuiciones de espacio y de tiempo dependen por separado de nuestros hemisferios cerebrales.²³ Pero, la Física no es Psicología aunque es natural generar paradigmas físicos basados en nuestras percepciones. Pero el equilibrio (psicológico) que produjo la teoría de la gravitación universal parecía romperse con los problemas que traía la luz cuando pudo aplicarse su velocidad al movimiento de la Tierra. Se esperaba que, si la tierra se mueve a 30 kilómetros por segundo en su movimiento de traslación y la luz a 300000, debiera notarse una pequeña diferencia en los rayos de luz que se midieran hacia adelante o hacia atrás del movimiento de traslación de la tierra. El modelo físico newtoniano presuponía la existencia de un medio o quinta esencia llamada éter que justificaría el espacio y el tiempo absolutos dando sentido a estas diferencias esperables. Los experimentos de Michelson y Morley en 1887 que compararon la velocidad de la luz de dos rayos mutuamente perpendiculares

²² “El tiempo absoluto, verdadero y matemático en sí y por su naturaleza y sin relación a algo externo, fluye uniformemente... El espacio absoluto, por su naturaleza y sin relación a cualquier cosa externa, siempre permanece igual e inmóvil;... Lugar es la parte del espacio que un cuerpo ocupa y es, en tanto que espacio, absoluto o relativo... Movimiento absoluto es el paso de un cuerpo de un lugar absoluto a otro lugar absoluto, el relativo, de un lugar relativo a otro lugar relativo...”. Tomado de *“Principios matemáticos de la Filosofía Natural”* de Isaac Newton; Primera edición en “Ensayo”, p. 127, impreso en España, 1998.

²³ El hemisferio derecho actúa globalmente en el espacio y el izquierdo, secuencialmente en el tiempo.

mostraban que ambos rayos de luz medían la misma velocidad, como si la tierra permaneciera inmóvil.

Hubo que esperar hasta 1905 cuando Albert Einstein²⁴ publicara su libro “*Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento*” para lograr un nuevo equilibrio en las mentes de algunos físicos. La teoría de la relatividad subsumía la teoría de la gravitación universal limitándola a dimensiones y tamaños ordinarios. Había surgido una revolución filosófica en el campo de la Física. Ella no era Psicología y por tanto, las diferentes intuiciones del espacio y del tiempo en el cerebro humano ya no servían para explicar los nuevos paradigmas físicos que se estaban instalando. Había que entender que el espacio-tiempo en física está ligado por la naturaleza del universo; de tal manera que, cuando varía uno el otro también lo hace. Es interesante observar cómo Einstein redefine el concepto de simultaneidad. No correspondía en Física imaginar lo simultáneo sin una manera física de medirlo. Y la forma, única según la nueva teoría, de medir la simultaneidad es aplicar la velocidad de la luz. Si la luz fuera de velocidad infinita²⁵ podría tener una definición semejante a la dada previamente; pero la velocidad de la luz es finita, por lo tanto, las implicaciones resultan diferentes. Se abandona el paradigma que sostiene lo absoluto y se sustituye por lo relativo a los sistemas de medida en cada situación. Como la luz es el último sistema físico de medida para medir la simultaneidad,

²⁴ Albert Einstein (1879-1955). Nacido en Alemania y nacionalizado en Estados Unidos en 1940. Considerado el científico más importante del siglo XX. En 1905 escribe cuatro artículos; por dos de los cuales, obtiene el premio Nobel de física en 1921; uno, por una explicación determinista del movimiento browniano y el otro, por una interpretación corpuscular del efecto fotoeléctrico; pero, no por su artículo sobre la teoría de la relatividad especial, ni por su artículo sobre “la equivalencia masa-energía” que dio origen a la famosa fórmula $E=mc^2$ (energía igual masa por velocidad de la luz al cuadrado). En 1915 presenta su teoría general de la relatividad. Comienza a ser reconocido a partir de 1919, cuando Arthur Eddington confirmó las predicciones de la teoría general de la relatividad al medir las desviaciones de la luz de una estrella pasando cerca del sol al observar un eclipse. Dedicó los últimos años de su vida en una teoría unificadora de todas las fuerzas de la naturaleza (teoría de gran unificación) o teoría del campo unificada.

²⁵ Einstein plantea que no tiene sentido físico razonar sobre velocidades superiores a las de la luz afirmando textualmente “...físicamente, la velocidad de la luz desempeña en nuestra teoría el papel de velocidad infinita” Tomado de “*Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento*” de Albert Einstein Emecé Editores, S.A. pp. 35, Buenos Aires, 1950.

simultáneo²⁶ será lo que ocurre en uno u otro lugar medido por la velocidad de la luz. Sabemos también por la nueva teoría, que la velocidad de la luz es constante sea cual sea el sistema de referencia; por lo tanto, la lógica impele a afirmar que dado un determinado sistema de referencia que se pretende poner en sincronía con otro, al no variar la luz variará el espacio o el tiempo consistentemente.

Debo recordarle al lector que lo que importa en estos ejemplos, tomados de la ciencia física, es demostrar que el ser humano en su quinta etapa del desarrollo cognitivo, que he llamado pensamiento paradigmático, sufre igualmente desequilibrios psicológicos frente a problemas cognoscitivos que no lo llevan simplemente a aceptar la contradicción como solución a ese presunto desequilibrio que dejaría de existir en esta etapa post-formal o de las operaciones dialécticas como lo postulara Riegel; sino que, continúa buscando solucionar, mediante un enfrentamiento sistemático, los problemas de cualquier tipo que se presenten. Así, reitero, la teoría de la relatividad no contradice sino que subsume a la teoría de la gravitación universal como ésta subsumió a las teorías físicas anteriores que manifestaban modelos similares como las postuladas, por ejemplo, por Galileo. Quisiera agregar que las ciencias son sumativas y la psicología en cuanto ciencia también lo es. Por eso he elegido a la física como ejemplo de un conocimiento subsumidor generando teorías cada vez más explicativas (la física tiene pocas teorías que explican mucho; la psicología tiene muchas teorías que explican poco). Cuando algo no puede ser solucionado como pasa, por ejemplo, con la física de lo grande y de lo pequeño, que a la fecha se explican en parte por la teoría de la relatividad y la teoría cuántica de Max Planck,²⁷ respectivamente, no se produce en las mentes de las personas una

²⁶ “...no podemos asignar al concepto de simultaneidad ningún significado absoluto: dos acontecimientos que son simultáneos juzgados desde un sistema de coordenadas, no lo son juzgados desde un sistema móvil respecto del anterior.” Idem pp. 24-25.

²⁷ Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947). Físico alemán. En 1900 informó que la energía se transmite en paquetes o unidades discretas que denominó cuantos. Esto lo llevó a descubrir una constante de naturaleza universal conocida, actualmente, como la constante de Planck. Sus descubrimientos dieron origen a un nuevo campo de estudio que se conoce como mecánica cuántica. Recibió el Premio Nobel de Física en 1918 por su descubrimiento que dio origen a la teoría cuántica.

aceptación de lo contradictorio, sino la aceptación de una situación emergente que espera ser solucionada. Stephen Hawking ha dicho que la ciencia física en un futuro próximo puede acabarse con una sola gran teoría que explique toda la realidad natural. Esto supone en el pensar de Hawking, un modelo explicativo para lo muy grande y lo muy pequeño. El pensamiento paradigmático sería el soporte natural que daría sentido humano a esa teoría.

Movido por ciertas inquietudes personales me siento obligado a seguir mostrando como los paradigmas cognitivos son el soporte natural en esta quinta y última etapa del pensamiento humano. La teoría de la gravitación universal no resultaba compatible con la teoría de la relatividad. Como psicólogo me siento inclinado a pensar que Einstein quedó tranquilo con su libro de 1905 en lo que respecta a la electrodinámica pero no con las incompatibilidades que surgían de las dos teorías. Probablemente esto, llevó a Einstein a crear un nuevo paradigma (publicado 10 años después en 1915) que implicaba a la gravedad como un caso de aceleración (la aceleración de gravedad); de aquí, surgió la idea de una relatividad general en que todas las fuerzas del universo juegan un rol conjunto y para que esto resulte ahora consistente el espacio-tiempo debe curvarse según estas mismas fuerzas. El término relatividad especial quedó reservado para la teoría original de Einstein en que no tomó en cuenta a la gravedad.

La teoría de la relatividad pretendió abarcar todas las leyes de la física y para esto era necesario deshacerse del modelo mecánico del universo. Otro modelo ocupaba su lugar: el modelo del campo. La teoría de Maxwell²⁸ de la última mitad del siglo XIX sobre el electromagnetismo aportó los ingredientes físicos

²⁸ James Clerk Maxwell (1831-1879). Físico escocés. Desarrolló la teoría electromagnética clásica. Las ecuaciones de Maxwell demuestran que la electricidad y el magnetismo son manifestaciones de una misma realidad; así, la luz puede entenderse como ondas electromagnéticas. El fenómeno unificador de esta misma realidad es el campo electromagnético. Si la primera gran unificación en física corresponde a Newton, la segunda gran unificación corresponde a Maxwell. También es conocido por la teoría cinética de los gases (después de él se concibió al calor como movimiento de moléculas) y por describir las propiedades de los anillos de Saturno (sugirió que estaban formados por fragmentos o “cascotes voladores” como los llamó).

para la construcción del modelo. Así, todas las fuerzas de la naturaleza podían ser una manifestación de la gravedad o del electromagnetismo. El concepto de campo gravitatorio o campo electromagnético sustituía en la teoría de la relatividad al concepto mecánico-clásico de fuerzas y movimientos. En palabras de Einstein; *“Las experiencias de Oersted²⁹ y Faraday³⁰ constituyeron la base sobre la cual se edificaron las leyes de Maxwell. Todos los resultados obtenidos proceden del estudio cuidadoso de estas leyes, expresadas en el lenguaje del campo”* (1939) y más todavía: *“La descripción cuantitativa, matemática, de las leyes del campo está sintetizada en la llamadas ecuaciones de Maxwell... La formulación de estas ecuaciones es el acontecimiento más importante de la física, desde el tiempo de Newton, no sólo por la riqueza de su contenido, sino porque aquellas representan un modelo o patrón para un nuevo tipo de ley... Las ecuaciones de Maxwell son leyes que representan la estructura del campo”* (1939)

El concepto de campo entusiasmó de tal manera a Einstein que pensó que toda la física pudiera estructurarse sobre él desechando así el concepto de materia. Esta sería nada más que una impresión en nuestros sentidos de energía en un volumen muy reducido. De esta forma, un campo muy intenso sería percibido como materia. Sin embargo, Einstein no se decidió a eliminar el concepto de materia de la física.

El ser humano construye paradigmas y vive con ellos como producto natural de su pensamiento (para conectarse con lo que llamamos realidad lo que puede implicar un paradigma psicológicamente hablando) Así, la luz generó dos modelos: un modelo discontinuo propuesto por Isaac Newton y un modelo

²⁹ Hans Christian Oersted (1777-1851). Físico y químico danés. Demostró la relación existente entre la electricidad y el magnetismo al descubrir que una aguja magnética se desvía al paso de una corriente eléctrica por un conductor situado en sus proximidades. En 1820 publicó este hallazgo. Fue el primero, en 1825, en aislar y producir aluminio.

³⁰ Michael Faraday (1791-1867). Físico y químico británico. Es principalmente conocido por su descubrimiento de la inducción electromagnética que permite la construcción de generadores y motores eléctricos; si ya se había obtenido magnetismo por electricidad, pensó que era posible obtener electricidad por magnetismo invirtiendo el procedimiento. Además, al formular las leyes de la electrólisis (término acuñado por él) se le considera el verdadero fundador del electromagnetismo y de la electroquímica.

continuo propuesto por Christiaan Huygens.³¹ El efecto fotoeléctrico³² fue explicado por Einstein en 1905 recurriendo al modelo discontinuo de la luz; los llamados corpúsculos de luz (paquetes minúsculos de energías luminosas) fueron llamados cuantos de luz o fotones. Por su parte, Huygens, para demostrar su idea, puso una vela junto a una pantalla con un orificio. La luz de la vela se dilataba como un globo, pero al pasar por el orificio se conducía como una nueva fuente luminosa difundiéndose a su vez como otro globo al dilatarse. Estos dos modelos se presentaron en un principio como únicos y, por consiguiente, excluyentes; de tal manera que, en las mentes de la gente se aceptaba un modelo pero no los dos. El desarrollo de la física surgió muy apegado a nuestras percepciones y, por lo tanto, a los dictados psicológicos cayendo no pocas veces en una suerte de psicologismo.

En todo caso, así como la luz fuera interpretada como onda o corpúsculo, la materia también ha sido interpretada sobre la base de estos dos modelos. El desarrollo de la llamada mecánica ondulatoria iniciado por de Broglie³³ y Schrödinger³⁴ es un buen ejemplo de cómo el concepto de campo sirve para concebir la materia de forma ondulatoria. Así, los átomos concebidos por el modelo discontinuo o de partículas se concebirían por el modelo continuo o de ondas como “*un diminuto instrumento acústico en*

³¹ Christiaan Huygens (1629-1695). Matemático, astrónomo y físico holandés. Fue uno de los pioneros en estudiar el cálculo de probabilidades. En su libro “*De ratiociniis in ludo alaeae*” (sobre los cálculos en los juegos de azar) reúne problemas resueltos junto con algunos otros siendo el primero de su género. Descubrió la nebulosa de Orión y la verdadera forma de los anillos de Saturno y su mayor satélite, Titán; también, es el primero en medir el tamaño de un planeta, (Marte). Sus libros *Horologium oscillatorium* que incluye un análisis matemático de la dinámica pendular y *Traité de la lumière* donde expone su teoría ondulatoria de la luz, manifiestan sus intereses físicos en dos campos: la Mecánica y la Óptica, respectivamente.

³² Efecto fotoeléctrico: Extracción de electrones de un metal por la luz que incide sobre el mismo.

³³ Louis Victor de Broglie (1892-1987). Físico francés. Galardonado en 1929 con el premio novel de Física por su descubrimiento de la naturaleza ondulatoria del electrón. En su tesis doctoral *Recherches sur la théorie des quanta* presenta la dualidad onda-corpúsculo, característica de la mecánica cuántica.

³⁴ Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887-1961). Físico austriaco nacionalizado irlandés. Conocido por la “Ecuación de Schrödinger” (que describe la evolución temporal de una partícula no relativista; de importancia central en la teoría mecano-cuántica) por la que obtuvo el Premio Nobel de Física en 1933 y también por el efecto túnel (efecto mecano-cuántico por lo que una partícula atraviesa una barrera de potencial sin tener energía suficiente para rebasarla debido a que la probabilidad de que la partícula se encuentre al otro lado de la barrera es no nula; fenómeno que se explica por la dualidad onda-partícula).

el cual se producen ciertas ondas estacionarias” (Einstein, 1939”).

Sobre estas bases, analizaremos algunas interesantes construcciones paradigmáticas surgidas de la ciencia física. Me refiero a las llamadas teorías del todo. La tendencia natural en la física contemporánea es llegar a una gran teoría unificada. A diferencia del pensamiento dialéctico, ha prevalecido un tipo de pensamiento en la ciencia física que se suele llamar realismo; Einstein dice: *“sin la creencia en la armonía interior de nuestro mundo, no podría existir la ciencia”* (1939). En cierta forma, el pensamiento científico ha pretendido ser interpretado por el llamado positivismo lógico en filosofía. El círculo de Viena de principios del siglo XX es un buen ejemplo general; un ejemplo particular para la psicología ha sido el conductismo. Así, durante un tiempo, la idea de un determinismo universal traspasaba las esferas del pensamiento científico durante todo el siglo XIX y parte del siglo XX. Freud³⁵ y Skinner³⁶ fueron deterministas en

³⁵ Sigmund Freud (1856-1939). Médico psiquiatra conocido como el fundador del psicoanálisis. El modelo o enfoque psicoanalítico es uno de los seis modelos de la psicología contemporánea. Una idea capital es el uso del concepto de “inconsciente” dentro del fenómeno cognoscitivo humano como un proceso activo y no pasivo. En su libro *“Introducción al psicoanálisis”* Freud hace un análisis de los “actos fallidos” (errores del habla o de la escritura=*lapsus linguae* o *lapsus calami*) para demostrar la existencia de procesos inconscientes dinámicos negando que sean productos del azar y afirmando que responden a un riguroso determinismo. El psicoanálisis ha generado una enorme cantidad de seguidores y críticos. En un principio, seguidores importantes, como Adler y Jung, estuvieron junto a Freud, pero luego se separaron. Entre los críticos, destaca Karl Popper, quien, en un trabajo sobre *Filosofía de la ciencia* critica las afirmaciones psicoanalíticas por no prestarse a la contrastación científica (no son falsables) al no ser capaz de generar hipótesis que puedan ser descartadas. Popper toma al psicoanálisis como ejemplo de pseudo-ciencia en contraste con la teoría de la relatividad de Einstein; mientras Freud replanteaba la evidencia cuando sus hipótesis no se confirmaban Einstein estaba dispuesto a empezar de nuevo cuando sus hipótesis no se sustentaban; por lo demás, la misma formulación de la teoría de la relatividad es suficientemente clara para prestarse a la contrastación científica; no así, el psicoanálisis. A pesar de las críticas, Freud ha dejado un legado que sigue siendo relevante en la psicología contemporánea. Así, los procesos psíquicos, unidos a un inconsciente dinámico y a los mecanismos de defensa, se articulan para explicar los impulsos sexuales y agresivos, la vida onírica como la vida despierta percibiéndose útil no sólo como teoría sino como práctica; aunque, también la terapia psicoanalítica ha tenido sus detractores como Hans Eysenck quien recopiló información sobre la efectividad del psicoanálisis concluyendo que el tratamiento psicoanalítico no supone mejora alguna superior a la remisión espontánea o no tratamiento.

³⁶ Burrhus Frederic Skinner (1904-1990). Psicólogo americano que fortaleció el paradigma conductista en psicología sobre el análisis del condicionamiento operante en contraposición al condicionamiento clásico de Ivan Pavlov. Según Skinner, la conducta se controla por sus consecuencias, no por azar, manifestando un determinismo. Por consiguiente, si las consecuencias son reforzantes aumentaran su probabilidad de ocurrencia y si son castigadoras disminuirán su probabilidad. Su influencia se ha manifestado en la psicología del aprendizaje y en educación generando la instrucción programada sobre la base de los mismos principios afirmando que había que hacer énfasis en el refuerzo positivo y no en el castigo (una

psicología como lo fuera Einstein en física. Todo cambio tiene una causa que lo explique o no existe cambio sin causa que lo explique era el principio lógico que llevaba a la idea de un determinismo universal. Sobre esta idea, se cerraba toda posibilidad y surgía la determinación que sólo dejaba lugar a un único pasado, presente y futuro. Desde este punto de vista, la ciencia física surgía como LA CIENCIA en cuanto el universo entero, con todo lo que ello implica, es su objeto de estudio. En la filosofía presocrática surgió un atisbo de explicación omnímoda en las mentes de Leucipo³⁷ y Demócrito³⁸ cuando afirmaron que todo estaba compuesto por indivisibles (o átomos) más allá del cual era imposible división alguna. El universo se constituía, entonces, por átomos y el vacío. Los átomos eran indestructibles e impenetrables y por consiguiente eternos. Ellos se pegaban unos a otros de distintas maneras y los cambios que se sucedían en el universo eran atribuibles a las reordenaciones de estos átomos. Esta secuencia de pensamiento llevó a Laplace,³⁹ basado ya en las leyes del movimiento de los cuerpos y la teoría atómica, a suponer que si una inteligencia “*conociera en un instante dado la totalidad de las fuerzas que actúan en la naturaleza como las posiciones de todas las cosas de las que consta el universo...*” podría incluir en una sola fórmula todo. Es decir, para Laplace el

respuesta que al ser presentada aumenta su probabilidad de ocurrencia es refuerzo positivo y si al ser retirada aumenta su probabilidad es refuerzo negativo; el castigo es lo contrario: una respuesta que al ser presentada o retirada disminuye su probabilidad de ocurrencia es castigo). Por su conductismo radical se opuso tenazmente a la psicología cognitiva.

³⁷ Leucipo de Mileto (450 a. C. – 350 a. C.) Se le considera el fundador de la escuela atomista (según Aristóteles). La materia está compuesta por indivisibles (átomos). Conocido como maestro de Demócrito. Todo se reduce a la unión y separación de átomos que son indestructibles; así, sólo existen los átomos y el vacío.

³⁸ Demócrito de Abdera (460 a. CV. – 370 a. C.). Discípulo de Leucipo con quien es considerado fundador de la escuela atomista. Al igual que Leucipo, la realidad se compone de átomos y el vacío. El vacío permite la pluralidad y el espacio en que se mueven constantemente los átomos. Los átomos son indestructibles, invariables y por tanto eternos; sólo se distinguen por forma, tamaño, orden y posición. Las propiedades de la materia varían según el agrupamiento de los átomos. Mientras los eleatas no aceptaban el movimiento como realidad, sino como fenómeno (apariencia) los atomistas parten de que el movimiento existe en sí.

³⁹ Pierre Simon Laplace (1749-1827). Astrónomo, físico y matemático francés. Fue un claro representante del determinismo. Ha sido uno de los grandes científicos de todos los tiempos. Inventó y desarrolló la *Transformada de Laplace* y la *Ecuación de Laplace*. Su obra más importante es en astronomía. En su libro, *Mecánica celeste* compendia la astronomía de su época. En la actualidad, su obra es reconocida por las aportaciones a la Ciencia en Astronomía (supuso la existencia de hoyos negros y de nebulosas más allá de la vía Láctea), Física (electromagnetismo, estudio del movimiento, teoría de los gases.) y Matemática (análisis matemático, álgebra, teoría de probabilidades).

universo estaba completamente determinado. Por consiguiente, también el comportamiento humano.

No es difícil apegarse a este paradigma. Einstein nunca aceptó el principio de incertidumbre o indeterminación que Werner Heisenberg⁴⁰ formulara en 1926. Este principio surgió de la teoría cuántica que limitaba la determinación al tamaño de los cuantos de luz. De esta forma, resultaba imposible predecir con absoluta precisión la posición y velocidad de una partícula a la vez. Así, el tamaño de las ondas luminosas constituye el límite para determinar la posición de una partícula. Para mientras más corta es la onda luminosa más precisa resulta la medida. Pero, esto atenta contra la precisión de la determinación de la velocidad de la partícula debido a que las ondas más cortas tienen más energía y esto perturba mayormente la velocidad de la partícula que se busca medir. Heisenberg demostró que la incertidumbre de la posición, velocidad y masa de una partícula no puede ser más pequeña que la llamada constante de Planck.⁴¹ Cuando esto se interpreta no como una mera incertidumbre de los medios de medida, sino como una indeterminación propia del universo estamos en presencia de un nuevo paradigma. Podríamos especular que si el número de esta constante fuera menor, mayor sería la determinación y si fuera infinitamente pequeño, tendríamos un universo completamente determinado; pero, si especulamos de esta manera ya estamos utilizando el nuevo paradigma. Además, esto es un lado del problema, porque la energía aumentaría necesariamente con la disminución del tamaño de la onda aumentando la indeterminación en la velocidad de las partículas siendo imposible, por otra parte, que la energía llegue a ser infinita.

⁴⁰ Werner Karl Heisenberg (1901-1976). Físico alemán. Fue uno de los más grandes físicos del siglo XX. Es muy conocido por enunciar el principio de indeterminación de la mecánica cuántica. Hizo importantes contribuciones a la mecánica cuántica al inventar en 1925 la mecánica cuántica matricial; procedimiento que correspondía en matemáticas a la teoría de matrices; pero que, antes de él, sólo se consideraba un tema de la matemática pura. La creación de la mecánica cuántica y otros logros le fueron reconocidos en 1932 con el premio Nobel de Física.

⁴¹ La constante de Planck es en realidad muy pequeña. La llamada distancia de Planck es de 10^{-33} centímetros o sea la distancia correspondiente a la mil quintillonésima de centímetro. La constante de Plack es igual a $6,63 \times 10^{-27}$ erg*s, donde un erg o ergio es una unidad de trabajo equivalente a una dina, la cual, es una unidad de fuerza que equivale a la fuerza necesaria para mover la masa de un gramo a razón de un centímetro por segundo cada segundo.

Sobre la base del principio de indeterminación se reformula la mecánica surgiendo la mecánica cuántica. En esta nueva teoría las partículas tienen un estado cuántico, que es una combinación de posición y de velocidad.

Si analizamos las construcciones paradigmáticas que han permanecido en la ciencia física nos encontramos con una subsunción constante de teorías que tienden, en última instancia, a la unificación de la física. De esta forma, la teoría de la relatividad general se une con la mecánica cuántica para explicar, según Stephen W. Hawking el principio y fin del universo.

A finales del siglo XX el modelo de partículas co-existía con el modelo ondulatorio. Ha sido la teoría de cuerdas y también llamada supercuerdas, la que ha mantenido la tendencia a explicar todo.

Para Davies y Brown (1990) una teoría del todo “última, idealmente, ¿no debería necesitar recurrir al experimento en absoluto! Todo estaría definido en términos de todo... Tal teoría estaría basada en un único principio del cual fluyera toda la naturaleza”.

Podría, por lo mismo, existir una sola fuerza en el universo que explique todos los movimientos de la naturaleza. Newton concibió la gravedad como única fuerza universal. La gravedad surge de la masa, para mientras más masa, más fuerza de gravedad. Así, los cuerpos se atraen con una fuerza directamente proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias. Esta definición puede implicar la idea de campo. Este campo gravitacional es interpretado por Einstein como una deformación del espacio-tiempo utilizando ahora un modelo geométrico que no considera las otras fuerzas del universo. Las otras fuerzas son la electromagnética y la nuclear fuerte y la nuclear débil. Antes de Faraday (siglo XIX), la electricidad y el magnetismo no se concebían unificados. La fuerza electromagnética es enorme pero, existe una auto-

neutralización en los objetos masivos por darse entre ellas cargas diferentes que eventualmente se cancelan. La fuerza nuclear fuerte es responsable de retener a los protones y neutrones juntos en el núcleo. Es de corto alcance (10^{-15} metros) en comparación con la electromagnética y la gravedad. La nuclear débil actúa sobre los quarks⁴² y leptones⁴³. Los primeros son constituyentes de las partículas nucleares o hadrones⁴⁴ y los segundos, son las partículas elementales que experimentan la fuerza débil pero no la fuerte. Se manifiesta en la transmutación de partículas y en la radiactividad en las partículas.

El paso natural en el pensamiento paradigmático aplicado a la física sería la unificación de estas fuerzas. Si ya se había unido la fuerza eléctrica con la magnética era natural que la fuerza electromagnética pudiera entenderse unida a la gravedad. En 1921 Theodor Kaluza⁴⁵ decidió representar el campo gravitatorio no en cuatro, como lo hiciera Einstein, sino en cinco dimensiones añadiendo una dimensión espacial. Con esto se logró el sorprendente resultado de que además de reproducirse las ecuaciones espaciales cuatridimensionales usuales se obtenía un conjunto correspondiente precisamente a las ecuaciones de Maxwell del campo electromagnético. De esta forma, para Kaluza el electromagnetismo pudo interpretarse como una parte de la gravedad aunque con una dimensión espacial no visible. De aquí surgió la idea de dimensiones enrolladas muy pequeñas. Desde lejos una manguera puede percibirse como una línea, desde cerca

⁴² Quarks: Constituyentes fundamentales de los hadrones (partículas nucleares). Los quarks se combinan de tres en tres para hacer bariones (por ejemplo, protones) y de dos en dos para hacer mesones. Los mesones son hadrones de masa intermedia que constan de un quark ligado a un antiquark. Definición tomada de Davies y Brown en Supercuerdas ¿Una teoría de todo? (Alianza Editoria Madrid, 1990). Fueron llamadas quarks por el físico Murray Gell-Mann quien ganó el premio nobel en 1969 por su trabajo sobre dichas partículas. Cf. Stephen W. Hawking en Historia del tiempo, (Quinta reimpresión Grijalbo Mondadori, 1998 p. 99).

⁴³ Leptones: Es el nombre colectivo que se les da a las partículas de materia (generalmente ligeras) que experimentan la fuerza nuclear débil pero no la fuerte.

⁴⁴ Hadrones: Es el nombre que se les da colectivamente a las partículas subnucleares (generalmente pesadas) que experimentan la fuerza nuclear fuerte.

⁴⁵ Theodor Franz Eduard Kaluza (1886-1954). Físico matemático alemán. Pretendió unificar la gravedad y el electromagnetismo; para esto, utilizó un recurso matemático que consistió en añadir una dimensión espacial a la teoría de la relatividad general transformando así en una sola fuerza en una quinta dimensión a la gravedad y al electromagnetismo. Sin embargo, la teoría poseía sentido matemático pero no físico al no poder explicar la naturaleza de esta quinta dimensión; por lo demás, utilizó el modelo de la mecánica clásica y no cuántica. Esta teoría re-emergió, casi medio siglo después, con la teoría de cuerdas.

lo que se percibía como un punto de la manguera se percibe ahora como un círculo. Klein en 1926 aportó esta idea a lo que se conoció como teoría unificada de las fuerzas electromagnéticas y gravitatorias de Kaluza y Klein. Esta idea representa claramente un paradigma mental que no consideraba las todavía no descubiertas fuerza nuclear fuerte y fuerza nuclear débil y, por lo tanto, incapaz de explicar todas las fuerzas del universo.

El hecho de que nos enfrentemos a cuatro fuerzas diferentes en la naturaleza y a la incertidumbre de las partículas fundamentales hace más difícil una teoría del todo. Sin embargo, para no pocos teóricos de las teorías de cuerdas esto ha devenido más bien en un desafío y no en una desilusión.

Decía que el pensamiento humano se desarrolla mediante subsunciones y no por contradicciones. Esto lo hemos mostrado claramente en el desarrollo del pensamiento científico. Hemos utilizado la ciencia física para mostrar el fenómeno de subsunción. Hemos agregado que la última etapa del desarrollo del pensamiento humano correspondería al que he llamado pensamiento paradigmático en cuanto éste se utiliza como construcción creadora para explicar una situación o solucionar algún problema. En el caso de la física, la subsunción ha llevado a la idea de una teoría del todo. En función de esto y producto de los intereses personales han surgido dos tipos de explicaciones paradigmáticas: una, llevada generalmente por los físicos teóricos y la otra, por físicos experimentales. Los físicos teóricos han tendido a explicar lo *grande* del universo mediante una lógica deductiva; en cambio, los físicos experimentales han tendido a explicar lo pequeño del universo mediante una lógica inductiva. Debido a esto, existen teorías diferentes en física. Sin embargo, la idea de una teoría unificada que unifique las teorías que pretendan explicar los grandes fenómenos, como la teoría de la relatividad o los pequeños, como la teoría cuántica se mantiene en la física contemporánea. Hawking ha hecho un esfuerzo en esta dirección.

Antes de esto, estimo preciso re-examinar el pensamiento humano en relación con lo que llamamos realidad. Estamos aquí

obligados a ir más allá de la psicología y aún de la física para criticar con propiedad la posición de Riegel, porque éste se sale de la psicología cuando afirma que la realidad es dialéctica. Nos queda la lógica, la ontología y por último lo óntico a lo cual no tenemos acceso sino por la ontología. A todo este tipo de pensamiento podemos llamarle filosofía. Lamentablemente, estamos obligados a partir de alguna parte. Cuando Riegel se atreve a afirmar que la realidad misma es contradictoria y que, por lo tanto, el pensamiento dialéctico en su llamada última etapa o pensamiento post-formal ya no sufre los desequilibrios de las anteriores etapas piagetanas, está diciendo además que la realidad misma es dialéctica (valga la redundancia); en otras palabras, ya no se guía por los principios de la lógica ordinaria. Si trasladáramos este tipo de pensamiento a la ciencia física podríamos aventurar que el universo progresa en forma dialéctica; es decir, los conocidos átomos actuales son productos o síntesis de partículas ordenadas como antítesis y tesis previas etc. No me resulta agradable aventurar en este tipo de pensamiento; mi intención es solamente mostrar al lector la forma en que esta lógica debiera aplicarse a la física.

A mi juicio, ciertos principios fundamentales por los cuales los físicos contemporáneos se guían serían simplemente no considerados por la lógica dialéctica por no responder al modelo de pensamiento. Me refiero a la simple idea de simetría aplicada a la realidad física y que en el desarrollo teórico de las teorías de cuerdas ha generado los conceptos de supersimetría⁴⁶ y supergravedad⁴⁷ y que ha llevado obviamente a construir la teoría de supercuerdas⁴⁸. Este simple concepto supone invariante el espacio y el tiempo vacíos. Suposición lógica porque si nada los determina nada puede hacerlos variar. Por consiguiente, mientras menos estructurado sea un objeto más simetría tendrá. Así, por

⁴⁶ Supersimetría: Es una simetría geométrica abstracta que une los bosones y los fermiones en una descripción común. Definición tomada de Davies y Brown (1990). Las partículas tienen una propiedad llamada espín (giro) que en mecánica cuántica se da en unidades discretas. El bosón es un entero y el fermión es un semientero de momento angular en estas unidades discretas.

⁴⁷ Supergravedad: Es la teoría en que la gravedad es tratada como parte de una descripción supersimétrica de la geometría de espacio-tiempo. Id.

⁴⁸ Teoría de supercuerdas: Se apoya en la idea de la supersimetría con la cual se ha intentado construir una teoría cuántica de la gravedad. Id.

ejemplo, un círculo es menos estructurado que un cuadrado y, por consiguiente, el círculo tendrá mayor simetría que el cuadrado. En otras palabras, el círculo permanece más invariante que el cuadrado. Mientras más estructurada sea la realidad menos simétrica será. Mendeléiev⁴⁹ en el siglo XIX utilizó este concepto cuando dispuso los elementos químicos en una tabla en los que se agrupaban los elementos que tenían ciertas propiedades en común. La simetría respondía al fenómeno, ahora conocido, de la carga eléctrica que retiene a los electrones en órbita en torno a los átomos.

El concepto de simetría nos hace rechazar la idea de que algo en el universo se mueve sin una fuerza que lo explique o que este mismo cuerpo comience a girar sin propulsión externa.⁵⁰ Las leyes más fundamentales de la física son simple consecuencia de esto. Sin embargo, existen casos en que la simetría es violada. Se supone que la simetría se mantiene en la inversión de carga eléctrica, así el electrón es un espejo del positrón ya que la magnitud de la carga es la misma para ambos. Se supone también que las leyes de la física deben ser invariantes bajo operaciones combinadas de reflexión espacial, inversión temporal y reflexión de carga. Esto se conoce como teorema CPT (P corresponde a reflexión espacial y se conoce como cambio de paridad). Fue una sorpresa cuando algunos físicos descubrieron que la conservación de la paridad no se mantenía. Esto se entiende como que la naturaleza prefiere cierta quilaridad; es decir, la naturaleza distingue lo levógiro (sinistro o izquierdo) y dextrógiro (diestro o derecho) en ausencia de estructuras complejas (Davies y Brown 1990).

⁴⁹ Dmitri Ivánovich Mendeléiev (1834-1907). Químico ruso. En 1869 publicó la mayor de sus obras, *Principios de química*, donde formuló la tabla periódica de los elementos ordenados de acuerdo a sus masas (orden creciente del peso atómico). Esto le permitió predecir la existencia y las propiedades de elementos desconocidos (su tabla dejó huecos que fueron ocupados posteriormente por elementos, en ese entonces, desconocidos). En 1955 se nombró Mendelevio (Md) al elemento atómico número 101 en su homenaje.

⁵⁰ Aristóteles aceptaba este principio cuando afirmaba que “todo lo que se mueve se mueve por otro” Así, imaginó al mundo como esferas concéntricas o motores móviles moviéndose desde los superiores a los inferiores donde estaba la tierra. Pero, al rechazar el recurso al infinito rompe la simetría aceptando un MOTOR INMÓVIL que fue concebido como Dios por Sto. Tomás de Aquino, en su primera vía, para justificar su existencia.

Los físicos han intentado unificar las fuerzas de la naturaleza sobre la base de simetrías. Existen simetrías muy abstractas (que no son de naturaleza geométrica) que se han denominado simetrías gauge⁵¹.

Por lo demás, Hawking es explícito en relación al problema filosófico de la realidad. Como físico, se plantea modelos útiles para resolver problemas. Esto lo hace decir de sí mismo que es un positivista. Textualmente escribe: “*Asumo el punto de vista positivista, según el cual, una teoría física es sólo un modelo matemático y no tiene sentido preguntarse si corresponde o no a la realidad*” (Hawking y Penrose 1999). Esto lo llevó, probablemente a utilizar el modelo matemático de tiempo imaginario para solucionar el problema del origen del universo (si es que hay algún problema). La teoría de la relatividad general de Einstein conduce lógicamente a la singularidad⁵² del *big bang*. Para Hawking el universo puede implotar en la singularidad del *big crunch* o bien en una singularidad dentro de un agujero negro⁵³ (si una región local como una estrella colapsare) (Hawking 1998). Al tener el universo tamaño nulo su temperatura sería infinita siguiendo la idea propuesta por primera vez por George Gamow⁵⁴ de un modelo del *big bang* caliente, pero al expandirse su temperatura disminuiría; de esta forma, incluyendo al *big bang* las eras del

⁵¹ La palabra “gauge” fue utilizada por primera vez por Weyl en 1918 y traducido del alemán al inglés corresponde a “calibre”, “trocha” o “escala”. Supone (la simetría gauge) que las leyes de la naturaleza no cambian cuando se modifica la escala (gauge) en cada punto del espacio-tiempo. Tomado de CIENCIAHOY volumen 8 – Nº 47 – julio/agosto 1998.

⁵² Singularidad: Según el modelo estándar el universo tenía al principio (tiempo cero) una densidad, curvatura y temperatura infinitas. Esto se entiende y se expresa como una singularidad.

⁵³ Agujero negro: Término acuñado en 1969 por John Wheeler. En 1783 John Michell indicó que una estrella supermasiva tendría un campo gravitatorio suficiente para que ni la luz escape. Esta suposición de que la gravedad afecta también a la luz chocaba con el modelo newtoniano en que la gravedad era supuesta instantánea no afectando para nada a la luz. Sólo con la teoría de la relatividad general de Einstein que predice que la gravedad afecta a la luz este astrónomo aficionado del siglo XVIII fue reconocido. El eclipse de 1919 confirmó la relación existente entre gravedad y luz.

⁵⁴ George Gamow (1904-1968). Físico y astrónomo ucraniano. Se trasladó a los Estados Unidos en 1934 y se nacionalizó en 1940. Su trabajo es polifacético destacándose también en biología (específicamente en el código genético) al aportar la forma en que las cuatro bases (adenina, guanina, citosina y timina) del ADN podía controlar la síntesis de proteínas. Como físico, destacó su contribución a la teoría del Big Bang al predecir que la gran explosión dio origen a la radiación de fondo identificada posteriormente en 1965 por Penzias y Wilson. Su artículo con su alumno Ralph Alpher “El origen de los elementos químicos” (*Physical Review*, Abril, 1, 1948) apareció con los autores “Alpher, Bethe, Gamow” sugiriendo el origen con las tres primeras letras del abecedario griego (alfa, beta y gama) al incluirse el nombre del científico nuclear Hans Bethe quien no participó en el proyecto.

universo se desarrollarían generando lo actualmente conocido. Así, una centésima de segundo después de la explosión la temperatura hubiera descendido a 100 mil millones de grados y el universo primordial se constituiría por partículas y antipartículas⁵⁵ ligeras (fotones, electrones y neutrinos junto con protones y neutrones). Un segundo después, protones y neutrones se combinan formando núcleos de hidrógenos, helio, litio y deuterio. Tres minutos después la materia y la radiación se acoplan formando los primeros átomos estables y la temperatura ha descendido a mil millones de grados. Trescientos mil años después la materia y energía se desacoplan y la radiación cósmica de fondo se hace transparente a un universo previo óptimamente denso; la temperatura se ha reducido ya a unos pocos miles de grados. Mil millones de años después cúmulos de materia forman quásares, estrellas y protogalaxias; las estrellas comienzan a sintetizar núcleos más pesados. 15.000 millones de años después, se forman nuevas galaxias con planetas alrededor de las estrellas; los átomos forman moléculas cada vez más complejas adquiriendo así capacidad para auto replicarse; esta nueva capacidad de reproducción que desecha los errores⁵⁶ (involución) y mantiene los aciertos⁵⁷ (evolución) la conocemos como vida (Hawking, 1998, 2002).

El origen y el destino del universo responden a un paradigma que supone un origen y tal vez un fin. Pero existe otro paradigma que podría suponer una permanencia perenne. Ya los antiguos filósofos concibieron un universo permanente; así para Parménides el ser era eterno y para Demócrito los átomos eran eternos. Hawking concibe un modelo matemático en el cual el mundo sigue siendo finito, pero sin fronteras. Siguiendo la idea de una teoría unificada sugiere utilizar la teoría cuántica de la

⁵⁵ Partículas y antipartículas: Paul Dirac quien publicó sus primeros estudios en 1929, fue el físico que admitió la posibilidad de energía negativa para el electrón surgiendo la hipótesis de los antielectrones o positrones, los cuales fueron descubiertos en 1932. Las llamadas antipartículas forman la antimateria compuesta por partículas opuestas a la materia. Si una partícula entra en contacto con una antipartícula ambas se aniquilan.

⁵⁶ Errores en el sentido en que una replicación no ocurre degradando la complejidad lograda; ellos tienden a ser muchos.

⁵⁷ Aciertos en el sentido en que una replicación no ocurre mejorando la complejidad lograda; ellos tienden a ser pocos.

gravedad puesto que permite una mejor descripción del universo para las etapas tempranas. También incorpora el concepto de suma de historias de Feynman⁵⁸ que al implicar el principio de incertidumbre desecha el pretérito sustituyéndolo por preteribles y el futuro por futuribles. Ya no existe una historia sino muchas. Así, una partícula ya no tiene una historia única sino que se abre a todas las posibilidades en el espacio-tiempo. Sin embargo, los cálculos de las sumas de historias no son posibles en el tiempo real; es preciso, utilizar el llamado tiempo imaginario. Los números negativos resultado de la multiplicación por sí mismo son imaginarios; de esta forma, -1 corresponde a la multiplicación por sí mismo de i y -4 corresponde a la multiplicación por sí mismo de $2i$. Al utilizar este recurso desaparece la distinción entre tiempo y espacio. Cuando se utiliza la coordenada temporal se dice que es euclídeo. El espacio-tiempo euclídeo consta de cuatro dimensiones que hace similar las direcciones temporales y espaciales. Por lo demás, el espacio-tiempo debe representarse en forma curva debido al campo gravitatorio. De esta forma, en la teoría cuántica de la gravedad hay muchos estados cuánticos posibles para el universo y al conocer los estados iniciales se conocería el estado actual del universo (Hawking, 1998).

Frente a un universo infinito o con un principio en una singularidad dentro de un tiempo real finito, Hawking nos muestra una tercera posibilidad. Los espacio-tiempos euclídeos permiten direcciones finitas pero sin fronteras. Recurre a la imagen de la Tierra que es finita y sin fronteras. De esta forma, el *big bang* se representaría en el polo norte y el *big crunch* en el polo sur, desapareciendo las singularidades. En palabras de Hawking: (El universo) "... simplemente *SERÍA*". (Hawking, 1998).

Hawking, siguiendo esta línea de pensamiento, afirma que el tiempo imaginario podría ser verdaderamente el tiempo real y

⁵⁸ Richard Phillips Feynman (1918-1988). Físico estadounidense. Obtuvo el premio Nobel de Física en 1965, junto con Julian Schwinger y Sin-Ichiro Tomonaga, por su trabajo en electrodinámica cuántica. Inventor de los diagramas que llevan su nombre, un método para estudiar las interacciones y propiedades de las partículas subatómicas que corresponden a dispositivos de conteo para realizar cálculos en la teoría cuántica de campos.

viceversa. El tiempo llamado real sería solamente una quimera siendo más básico el tiempo imaginario, porque en el tiempo real las leyes fallan con las singularidades. Reitera esto afirmando que *“una teoría científica es solamente un modelo matemático que construimos para describir nuestras observaciones: existe únicamente en nuestras mentes”* (Hawking, 1998).

Mientras más nos acercamos a las fronteras del conocimiento (físico en este caso) más evidente resulta el apego a paradigmas. Hawking es claro en sus citas. Desde un punto de vista psicológico, el pensamiento de los físicos contemporáneos se ha desapegado claramente de las percepciones psicológicas. Cuando más, utiliza ejemplos intuitivamente psicológicos para comunicar su pensamiento en forma claramente consistente, nada más. Pero la base paradigmática se mantiene en ellos de manera tan clara que podría decirse que los físicos contemporáneos se unen o se separan de acuerdo a los paradigmas por los cuales se guían. El paradigma más común, actualmente, corresponde al que soporta a la física de partículas que ha conducido al llamado Modelo Estándar de Física de Partículas (MEFP). Sin embargo, ha surgido un paradigma alternativo para las partículas fundamentales y que sigue tomando fuerza en este nuevo siglo. Me refiero al modelo de cuerdas. Surgió a finales de la década de los sesenta del siglo XX como un intento por comprender la fuerza nuclear fuerte; pero, el modelo de partículas estándar logró mantenerse con el desarrollo de la llamada cromodinámica cuántica, pues, tuvo éxito en describir las interacciones fuertes. Sin embargo, John Schwartz, al continuar utilizando la teoría de cuerdas para describir la fuerza nuclear fuerte se encontraba con un tipo de partícula que actualmente se conoce como gravitón y que es consistente con la teoría de la gravitación sustentada por la teoría de la relatividad general de Einstein. Esto lo llevó a seguir desarrollando este nuevo modelo, ahora, a escala mucho más pequeña que lo concebido inicialmente. Un núcleo atómico es de 10^{-13} centímetros (diez billonésima de centímetro) al usar las cuerdas, ahora, para la gravitación se utiliza la longitud de Planck que es de 10^{-33} centímetros (mil quintillonésima de centímetro).

Este modelo solucionaba las inconsistencias del modelo puntual de partículas (electrones sin dimensión) que llevaba a infinitos sin solución matemática, sino por estrategias conocidas como renormalización obteniendo así resultados finitos. Una teoría se conoce como renormalizable cuando logra resultados finitos, a pesar de la presencia de infinitos en estadios intermedios. Pero, generaba otros problemas relacionados con las dimensiones espacio-temporales. El modelo de cuerdas bosónicas que permitía describir (matemáticamente) el movimiento cuantizado de una cuerda (modelo ad hoc propuesto por primera vez por Veneziano) contaba de 26 dimensiones (25 espaciales y 1 temporal). Schwartz y André Neveu redujeron este número a 10 (9 espaciales y 1 temporal) al utilizar fermiones.

El modelo de cuerdas 10-dimensional trae no obstante ciertas características que lo hacen atractivo. Utiliza la supersimetría que permite relacionar los bosones y fermiones. El espín de un bosón es múltiplo par de una unidad fundamental y el espín de un fermión es múltiplo impar de una unidad fundamental. La teoría supersimétrica resulta invariante frente a este intercambio de partículas distinguiéndose los fermiones por un signo menos: así quarks y electrones son ejemplos de fermiones en cambio fotones y gravitones son ejemplos de bosones. Esto llevó a aplicar la supersimetría a la gravedad naciendo una teoría llamada supergravedad; por lo mismo, la teoría de cuerdas supersimétrica suele llamarse teoría de supercuerdas. Al principio las cuerdas fueron concebidas como abiertas (con los extremos libres) y cerradas (que forman bucles). Sin embargo, en un principio, han sido las cuerdas cerradas las más prometedoras.

Este nuevo paradigma otorga curvas unidimensionales en contraposición a los puntos adimensionales de las partículas puntuales. Esto ha permitido construir una teoría de gravedad cuántica. Así, la misma teoría construida con 10 dimensiones supone seis dimensiones enrolladas o compactificadas⁵⁹ en un

⁵⁹ El proceso de enrollar dimensiones se conoce como compactificación.

tamaño no observable que concebidas en una cuerda rotatoria, oscilante, y vibrante de distintos modos define un tipo particular de partícula. Edward Witten compara las cuerdas de un violín, en el cual los distintos armónicos corresponden a distintos sonidos, con una supercuerda, en la cual los diferentes armónicos corresponden a diferentes partículas fundamentales. Textualmente dice: *“El electrón, el gravitón, el neutrino y todas las demás son armónicos distintos de una cuerda fundamental, justo como los distintos armónicos de una cuerda de violín son distintos armónicos de una cuerda”* (Witten, 1990).

La supersimetría es un nuevo eslabón en la construcción de una teoría del todo que unifica las cuatro fuerzas del universo; puesto que, supone que al comienzo del universo éstas estarían unidas. Como la supersimetría relaciona los bosones (fuerzas) con los fermiones (materia), el paradigma de cuerdas que la utilizaba fue relegado momentáneamente por el paradigma de partículas; ya que la materia se descubría constituida por quarks lo que lleva implícito el modelo corpuscular.

En la física cuántica resulta esencial la diferencia entre bosones (partículas de espín entero) y fermiones (partículas de espín semientero) como la diferencia entre fuerza y materia. Sin embargo, la supersimetría lleva a concebir la fuerza y la materia como aspectos de una misma realidad; por lo tanto, cada bosón debe tener su contrapartida fermiónica y viceversa. De esta forma, el mundo observado resulta ser solamente la mitad del Universo; puesto que, por ejemplo, cualquier tipo de quark (un fermión) debe tener su contrapartida bosónica llamado squark, el fotón (un bosón) debe tener su contrapartida fermiónica llamado fotino. La supersimetría nos dice que cada partícula tiene una compañera supersimétrica denominada súper compañera. Reiterando, cada bosón tiene un súper compañero fermión y viceversa, así el electrón tiene su súper compañero el selectrón. Los súper compañeros de los bosones son fermiones con terminaciones en ino como el gravitón y el gravitino, el neutrón y el neutralino, el gluón y el gluino, etc.

La teoría del todo debería de explicar mediante la supersimetría la separación de las fuerzas del universo y de la materia; puesto que en un principio no había distinción entre fuerza y materia. La descripción matemática que ha resultado más elegante que utiliza supersimetría y en consecuencia supergravedad utiliza once dimensiones en vez de diez. De esta forma, la teoría de supergravedad, que describe una manera de relacionar partículas con espín diferente, llamada $N = 8$ ⁶⁰ que permite ocho transformaciones posibles de súper-simetría desaparece quedando una supersimetría (SUZY) fundamental incluyendo, en consecuencia una sola supergravedad $N=1$.⁶¹ Así, la inclusión de todas las fuerzas de la naturaleza y sus respectivos campos corresponde a once dimensiones: las cuatro familiares y siete adicionales enrolladas (Gribbin, 2000).

Al re-examinar el paradigma de cuerdas sobre los avances de la supersimetría nos encontramos que las cinco teorías de cuerdas, aparecidas a mediados de los ochenta del siglo XX, fueron comprendidas una década después por Edward Witten como casos límites de una teoría con 11 dimensiones llamada Teoría M.

Me es natural pensar que el pensamiento paradigmático de Theodor Kalusa, que en 1919 le permitió aventurarse a representar en cinco dimensiones las ecuaciones de la teoría de la relatividad general, que Einstein describiera en cuatro, fuera modelado por Witten. Al hacer Kalusa esto, las ecuaciones del electromagnetismo de Maxwell quedaban incluidas unificando la gravedad con el electromagnetismo como ya lo hemos descrito. De manera similar, Witten unifica las cinco teorías de cuerdas en una sola. Es el pensamiento paradigmático de ambos físicos el hilo conductor y no el mero uso del pensamiento abstracto. La unificación de Witten se conoce ahora como la Segunda revolución de supercuerdas.

⁶⁰ Supergravedad $N=8$ es una versión de las teorías del todo o teorías de gran unificación (TGU). Los físicos que apoyan esta versión aseveran que todo puede ser explicado en un solo paquete: fuerzas, partículas, materia y geometría del espacio-tiempo (Gribbin, 2000).

⁶¹ Las cinco teorías de cuerdas postuladas por este paradigma con un espacio de 10 dimensiones pasan a ser casos límites de una teoría única con un espacio de 11 dimensiones.

El paradigma ondulatorio dimensional de la teoría de cuerdas (al principio unidimensional) resulta realmente diferente del paradigma corpuscular adimensional de las teorías de campos. En 1980, Schwartz y Green desarrollaron un modelo de cuerdas con extremos abiertos que vibraban en 10 dimensiones. Lo esencial era que las cuerdas no eran adimensionales como las partículas, sino dimensionales. Este modelo, llamado teoría de las cuerdas abiertas es conocido como Teoría Tipo 1. Tiene una supersimetría uno ($N=1$) de ahí su nombre, con 10 dimensiones y en las simetrías gauge comprende el grupo de norma $SO(32)$ ⁶². La teoría Tipo II incluye cuerdas cerradas que soluciona el problema de los infinitos de mejor manera que el modelo de cuerdas abiertas. Tiene dos supersimetrías ($N=2$) de ahí su nombre y no es Gauge. La teoría Tipo II se subdivide en Tipo IIA y Tipo IIB, según el tipo de supersimetría. La teoría Tipo IIA considera a los fermiones girando en ambas direcciones no violando la paridad (no es chiral)⁶³; en cambio, la teoría Tipo IIB considera a los fermiones girando en una sola dirección violando la paridad (es chiral). La cuarta y quinta comprende a la teoría de cuerdas heteróticas basada en una supercuerda Tipo I y una cuerda bosónica. Hay dos tipos de cuerdas heteróticas llamadas Teoría heterótica $SO(32)$ y Teoría heterótica $E_8 \times E_8$. La primera anula las anomalías mediante el grupo de simetría $SO(32)$ y la segunda, mediante el grupo de simetría $E_8 \times E_8$ ⁶⁴ que describe dos mundos completos que coexisten paralelamente.

⁶² Esta teoría para anular las perturbaciones o anomalías está compelida a correlacionarse con el grupo de simetría $SO(32)$ de la teoría gauge.

⁶³ Quiralidad: (relativo a las manos) Nuestras manos son quirales; es decir, una es el espejo de la otra. Se dice de cualquier objeto que es diferente a otro cuya forma es “la imagen refleja en un espejo” del primero. Un objeto aquiral puede ser idéntico a otro. Se dice que existe una **simetría ante reflexiones** o simetría de Paridad = (P). El par de objetos quirales es denominado enantiomorfos (dextrógiro o levógiro) dependiendo del marco de referencia usado para definirlos. Existen moléculas de ADN, proteínas, azúcares, amino-ácidos, enzimas, anticuerpos, hormonas, etc. que son quirales. En física de partículas sucede algo similar. Se recurre al concepto de “helicidad”. Si un objeto, representado por un vector S , gira en el mismo sentido en que las manos se cierran y el movimiento va en el mismo sentido del objeto, se dice que tiene helicidad izquierda (se le asigna un valor numérico $h=+1$); si S apunta en dirección opuesta tiene helicidad derecha ($h=-1$). El marco de referencia del cual se hacen las mediciones es fundamental (Amador, 2004). Con excepción de la teoría Tipo IIA las otras cuatro son quirales (violan la paridad).

⁶⁴ En una de las partes E_8 quedan incluidos todos los elementos de la física de partículas.

Esta última teoría da origen a dos universos (uno sombra del otro) que se relacionan solamente por la gravedad. Esto lleva a especular que nuestro universo tendría un universo sombra con todo lo que ello implica. Así existiría una suerte de materia oscura⁶⁵ que se podría detectar gravitacionalmente.

Los cinco tipos de teorías de supercuerdas⁶⁶ son teorías de supergravedad. Se les llama teorías efectivas cuando los infinitos grados de libertad de una cuerda vibrante se reducen (simplifican) y se convierten en teorías de supergravedad (SUGRA) al utilizar bajas energías (Amador, 2004).

En 1982, Witten y Alvarez-Gaumé descubrieron que era preciso un número impar para compactar las fuerzas de la naturaleza en que estuviera incluida la gravedad. Esto llevó a algunos teóricos a finales de los ochenta, entre ellos a M. Duff a sugerir una cuerda bidimensional en lugar de unidimensional. El mundo no se modelaría como líneas unidimensionales sino como láminas bidimensionales (membranas). Esto ha conducido, a partir de 1994⁶⁷, a la llamada Teoría M.

⁶⁵ Materia oscura es, al presente, un modelo cosmológico que busca explicar la masa perdida en torno a las galaxias; sería una materia de composición desconocida no detectable por la radiación electromagnética, pero sí detectable por los efectos gravitacionales. La energía oscura es también un modelo cosmológico que explicaría la aceleración de la expansión del universo produciendo una fuerza gravitacional repulsiva. Al encontrarse una conexión entre materia y energía oscura ha surgido un modelo único en la mente de Robert Scherrer, un físico de la Universidad de Vanderbilt en los Estados Unidos, que unificaría los modelos separados. A la fecha, los cosmólogos convergen en que sobre la base de un universo plano o llano (a distancias cada vez mayores el universo se va haciendo más plano y más homogéneo) sólo un 4% aproximadamente (inferida por los efectos gravitacionales) sería materia “visible” (los agujeros negros también están constituidos por materia bariónica y no son visibles) o bariónica (protones, neutrones); un 21% sería materia oscura (tal vez neutrinos, axiones, y colectivamente, materia oscura no bariónica) y un 75% aproximadamente del universo sería energía oscura (dos formas: una densidad de energía constante que llena el espacio en forma homogénea o constante cosmológica y campos escalares que son campos dinámicos cuya densidad de energía puede variar en el tiempo y en el espacio o quinta esencia. (Note el lector como los físicos recurren a antiguos modelos físicos para nombrar estas dos formas de energía). Igualmente, HongSheng Zhao de la Universidad de St. Andrews, Escocia, conecta la materia y la energía oscura en una nueva teoría arguyendo que ambas podrían provenir de un único fluido oscuro que podría por ejemplo, expandirse (energía oscura) o condensarse (materia oscura). Otros físicos también han pensado en forma similar. La reciente Astrofísica de partículas combina las áreas de lo grande y lo pequeño (los dos campos de estudio) fomentando la intercomunicación entre astrofísicos y físicos de partículas.

⁶⁶ El test de consistencia matemática es pasado sólo por estos cinco tipos de teorías; esto es, la consistencia cuántica de cuerdas relativistas

⁶⁷ Hasta 1994 se pensaba que existían cinco tipos diferentes de teorías perturbativas de supercuerdas consistentes y sin anomalías.

Una idea básica que permitió reducir las cinco teorías de cuerdas ha sido el concepto de dualidad. Dos teorías son duales una de la otra si pueden demostrarse equivalentes bajo ciertos intercambios. Se puede usar la dualidad para resolver la región no perturbativa⁶⁸. El pensamiento paradigmático en la física contemporánea ha conducido a la simetría de dualidad.⁶⁹

Las dualidades son un cierto tipo de simetría que aparece en las ecuaciones de la teoría efectiva (a bajas energías) de cuerdas. Se reconocen tres tipos de dualidad: T, S y U en que la dualidad U es una combinación de la S y de la T siendo la T la equivalencia entre dos TC, una compactificada sobre un volumen grande y otra sobre un espacio pequeño. Por otro lado, la dualidad S se refiere a la equivalencia entre dos teorías de cuerdas, una con acoplamiento fuerte y la otra débil.

Más específicamente:

Dualidad T: Las distancias muy cortas son equivalentes a las muy largas. Relaciona una teoría con una dimensión compactificada en un círculo de radio R con otra dimensión compactificada en un círculo de radio $1/R$; así cuando la primera teoría tiene una dimensión muy pequeña, la otra tiene una dimensión muy grande, pero ambas describen la misma física. Las teorías Tipo IIA y IIB como también las heteróticas $SO(32)$ y $E_8 \times E_8$ están relacionadas por dualidad T

⁶⁸ Se conoce muy poco sobre el comportamiento físico del Universo a grandes energías. Los científicos se ven obligados a trabajar, casi exclusivamente, en el llamado “régimen perturbativo a bajas energías (RPBE)”. Como las teorías de supercuerdas (TSC) también trabajan en este régimen, se les puede llamar Teorías Perturbativas de Supercuerdas (TPSC). (Amador, 2004).

⁶⁹ Simetría de dualidad. Propiedad importante del electromagnetismo que reaparece en la teoría M. Si en las ecuaciones de Maxwell se intercambia el campo eléctrico por el magnético y simultáneamente se intercambian las cargas eléctricas y magnéticas, las ecuaciones no se modifican. Es decir, nada cambia en la teoría si se hace la transformación de dualidad. Este concepto permite entender que usando perturbación en un elemento, se pueden resolver problemas en la región no perturbativa del otro elemento y viceversa. En la teoría cuántica un campo no sólo está asociado a ondas sino también a partículas. De aquí surge la dualidad onda-partícula.

Dualidad S: Las interacciones muy débiles son equivalentes a las muy fuertes. Los estados de vibración de una cuerda que corresponden a partículas muy livianas se relacionan con otros correspondientes a partículas muy pesadas en la teoría dual y viceversa. Esta simetría vincula las teorías Tipo I y Heterótica SO(32). La Teoría IIB es autodual S: todos los estados livianos tienen su correspondiente pesado y viceversa. La dualidad S permitió descubrir las p-branas⁷⁰ (las cuerdas se transforman en 1-branas). Las partículas puntuales son 0-branas. Los objetos de dos dimensiones son membranas o 2-branas, etc. La teoría de cuerdas ha evolucionado a una teoría más general, la teoría M donde conviven objetos de distintas dimensiones.

Dualidad U: Es un grupo de transformaciones de dualidad (tdd) más general siendo las tdd T y S un subconjunto de las tdd U.

En resumen, las cinco teorías de cuerdas están conectadas por una red de dualidades T y S como por combinaciones de ambas o dualidad U.

Para estudiar las cuerdas se usaban aproximaciones perturbativas que tienen grandes limitaciones. La simetría de dualidad ofrece una ventana a una física no perturbativa, exacta. Estudiando estos efectos no perturbativos se llega a la conclusión de que hay sólo una teoría cuántica, M.

Las supercuerdas, entonces, poseen objetos de mayores dimensiones llamados p-branas tan fundamentales como las cuerdas que ahora se transforman en 1-branas.

En palabras de Carmen Núñez “*las cuerdas abiertas tienen dos puntos especiales: los extremos. Estos puntos pueden moverse libremente o estar restringidos a ciertas condiciones. Las superficies sobre las cuales están obligados a moverse los extremos de las cuerdas abiertas son las Dp-branas. Por ejemplo,*

⁷⁰ p-brana: nombre genérico que se usa para nombrar a la mayoría de las branas las cuales, son entes físicos que poseen dimensiones; así, una membrana (de aquí, la contracción a brana) o 2-brana posee dos dimensiones.

si estos puntos sólo pueden moverse en dos dimensiones, estas superficies son las D-membranas o D2-branas; si los puntos están libres, las D9-branas llenan todo el espacio. Las D-branas son en realidad objetos dinámicos que, al igual que las cuerdas, vibran y pueden moverse en el espacio-tiempo” (C. Núñez, 2008).

Y también “Los principios de la teoría M son consecuencia matemática del modo particular de satisfacer las reglas de la mecánica cuántica. No hay ningún parámetro libre en la teoría M; no hay nada que se pueda ajustar. Todos los elementos de la teoría quedan determinados por la consistencia matemática. M predice que el espacio-tiempo tiene 11 dimensiones y es supersimétrico. Como el gravitón parece ser una característica inevitable de M, se puede decir que esta teoría explica por qué existe la gravedad”(C Núñez 2008).

La teoría M, en cuanto modelo matemático, unifica todas las fuerzas de la naturaleza y, por lo tanto, es una teoría de gran unificación (TGU); además, dada su amplitud es la primera con condiciones para convertirse en la teoría madre o teoría del todo, según algunos físicos.

CONSTRUCCIONES PARADIGMÁTICAS

Como psicólogo, no me corresponde asumir la actitud de un físico; sin embargo, tengo cierta preferencia por los modelos matemáticos sobre las construcciones ad hoc que suelen basarse en la experiencia y las observaciones. Todo el mundo reconoce la importancia de la comprobación empírica vía experimentación; no obstante, la imposibilidad de comprobación empírica no inhabilita las construcciones paradigmáticas, producto de la inteligencia humana. Estas construcciones pueden ser modelos matemáticos como la teoría M, modelos estrictamente lógicos que, según B.

Russell,⁷¹ no se diferencian de la matemática, modelos lingüísticos, que evitan las agramaticalidades sin ser necesariamente lógicos, modelos espaciales, muchos de los cuales han sido rotulados como mapas cognitivos por la psicología, modelos temporales de los cuales las composiciones musicales son ejemplos, etc.

Recuerde el lector que el recurso de utilizar la física como ejemplo de pensamiento paradigmático surgió de la crítica al llamado pensamiento post-formal de Riegel o etapa de las operaciones dialécticas. Utilicé la subsunción científica como elemento que se opone a la contradicción dialéctica. A mi juicio, el pensamiento dialéctico pasa a ser un tipo de pensamiento paradigmático en psicología junto a muchos otros. Niego, en consecuencia, que se constituya en una nueva etapa en la línea de Piaget. Lo considero un caso particular de pensamiento paradigmático.

El pensamiento paradigmático cuando se utiliza para generar nuevas y creativas estructuras mentales que, dado lo informado desde un principio incluyendo los dilatados ejemplos de la ciencia física, me parece más adecuado entenderlo como una etapa superior a la cuarta etapa piagetiana (pensamiento abstracto).

Reitero: el pensamiento meramente abstracto en la estructura del pensamiento humano no permite la creatividad que surge del pensamiento paradigmático. Como quinta etapa, éste utiliza el pensamiento abstracto, pero va más allá.

El pensamiento paradigmático es analógico en esencia, como el pensamiento abstracto es lógico en esencia.

⁷¹ Beltrand Arthur William Russell (1872-1970). Filósofo, matemático y escritor británico. Ha sido uno de los más importantes lógicos del siglo XX. Escribió sobre una amplia gama de temas. Se destaca su libro *Principia Mathematica* en colaboración con Alfred North Whitehead y sus aportes a la filosofía analítica por lo cual ha sido considerado uno de sus fundadores. Obtuvo el premio Nobel de literatura en 1950.

El pensamiento paradigmático se constituye en un patrón, guía o modelo que le permite al ser humano pensar de una determinada manera.

Probablemente, el pensamiento paradigmático es el sucesor de los esquemas mentales que surgen en las primeras etapas del pensamiento humano. De esta forma, todos los seres humanos deben tener patrones o modelos de pensamientos sostenidos, pro-retro-alimentados por el lenguaje y la cultura en la que ellos viven. Sin embargo, a mi juicio, no es garantía de liberación de estos patrones el haber llegado a la etapa del pensamiento abstracto. Considero el pensamiento abstracto como una condición necesaria; pero, no suficiente para lograr la quinta etapa o etapa del pensamiento paradigmático.

La flexibilidad cognitiva de la quinta etapa implica un manejo creativo y crítico del pensamiento lógico y analógico conjugado.

TERCERA PARTE

EL PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO:

Contexto general

Las construcciones paradigmáticas ligan el pensamiento de filósofos y científicos

Me es difícil no percibir construcciones paradigmáticas ligadas tenuemente, por ejemplo, por el modo de pensar hegeliano y marxista. Más todavía si se ahonda en el pensamiento de ambos. Así, cuando Hegel postula que lo real (la cosa) es una alienación de la idea que permanece petrificada (en lo real) me parece ver una similitud paradigmática cuando Marx postula que el ser humano es alienado por una economía que no responde a justicia. De manera similar las teorías Kalusa-Klein ligan el pensamiento de los físicos para percibir un mundo de más de cuatro dimensiones.

El cerebro analógico: base del pensamiento paradigmático.

Tenemos dos cerebros, uno analítico-lógico, otro sintético-analógico. Nuestro desarrollo humano responde a la herencia y al ambiente; por consiguiente, los paradigmas se construyen sobre una base individual y colectiva; puesto, que nuestro pensamiento se estructura en ambientes sociales. Los idiomas son ejemplos de estructuras socialmente compartidas. Por ejemplo, los modelos matemáticos contruidos en la Roma antigua no consideraron el número cero y, sin embargo, se mantuvieron en la medida en que se percibieron útiles. Los números romanos no son operacionales como lo son los números árabes; puesto que, estos últimos, además de considerar el número cero están contruidos sobre bases que permiten una progresión después del número 9 en el sistema decimal, así como después del número 1 en el sistema binario, etc., no así los números romanos.

Al crear B. Russell la noción de clase permitió avances en el pensamiento lógico-matemático contemporáneo.

En la quinta etapa del desarrollo cognitivo, que he llamado pensamiento paradigmático, el individuo logra la capacidad de construir o crear nuevos paradigmas; así, por ejemplo, Bertrand Russell cuando se refiere al tema de la “incompatibilidad y la teoría de la deducción” (Russell, B. *Introduction to mathematical Philosophy*, c. 14, pp. 144-154) construye un paradigma lógico que permite reducir cinco funciones (negación, disyunción, conjunción, incompatibilidad e implicación) a una sola idea primitiva correspondiente a incompatibilidad. De esta forma, las otras cuatro funciones son definidas en términos de incompatibilidad. Desde un punto de vista lógico, la incompatibilidad resulta, en la construcción de Russell, una “función verdadera” para definir a las otras cuatro indicadas. Antes de Russell, no existía en las mentes de los lógicos y matemáticos este paradigma.

El pensamiento paradigmático, en cuanto quinta etapa, además de ser lógico (inferencial) es analógico (perceptivo-intuitivo). El estudio del desarrollo del pensamiento cognitivo se ha centrado en el desarrollo del pensamiento lógico, pero no en el pensamiento analógico. El desarrollo del pensamiento cognitivo debe considerar nuestros dos cerebros; el lógico y el analógico. Probablemente, el pensamiento paradigmático comienza a desarrollarse con el surgimiento del lenguaje, sino antes (al final de la primera etapa o sexto estadio con la construcción de la noción de objeto vía imitación del objeto como modelo). En otras palabras, existiría un desarrollo paralelo del pensamiento analítico y del sintético. Tampoco sabemos sobre el ritmo de desarrollo del pensamiento analógico. Probablemente tiene su propio ritmo; como que, los dos cerebros humanos mantienen cierta independencia. Pero, finalmente, ambos se conjugan en una unidad psíquica, lo que justifica que su desarrollo máximo implique todo el encéfalo desde un punto de vista biológico y una adquisición ambiental adecuada en que el organismo está inserto. Por eso, he preferido dejar en una quinta y última etapa al

pensamiento paradigmático cuando éste utiliza en su máxima expresión las capacidades genéticas y ambientales llevando al pensamiento humano a generar paradigmas propios en cualquier ámbito del conocimiento. La teorización es, por lo tanto, típica de esta última etapa del desarrollo cognitivo.

Para mí resulta sorprendente que la última etapa de Piaget no dé una respuesta completa del desarrollo del pensamiento humano desde una perspectiva del acervo cultural. Esto me hizo pensar que existiría una etapa posterior que daría mejor cuenta de las producciones culturales de cualquier dimensión humana (política, económica, social artística, religiosa, científica, técnica, etc.). Pareciera que el pensamiento lógico es sólo una parte importante de este acervo cultural, pero no todo. Esto me ha llevado a pensar que existiría una última etapa y que la he llamado pensamiento paradigmático. En cuanto última, sería la expresión más plena del pensamiento lógico conjugado acertadamente con el pensamiento analógico. Esto es lo que realmente es capaz de producir paradigmas que rompen, fácilmente, el sentido común que no es otra cosa que el producto de construcciones paradigmáticas socialmente aceptadas.

En psicología contemporánea se acepta la idea de modelos mentales y mapas cognitivos justificándose a priori la existencia del pensamiento paradigmático. Este se entiende como un patrón o modelo mental por el cual se guía el pensamiento.

De alguna manera, la psicología acepta el pensamiento paradigmático explicitando la estabilidad en la construcción de estos modelos o paradigmas. No obstante, no es imposible que el ser humano pueda crear modelos dinámicos que desafíen la estabilidad y rigidez de otras construcciones. Paradójicamente, en la construcción de modelos dinámicos se mantiene la **lógica** del modelo lo que justifica que, en la quinta etapa el pensamiento analógico se apoye en el pensamiento lógico para la construcción de paradigmas. En otras palabras, el pensamiento lógico se refuerza, se hace más efectivo con el pensamiento analógico y,

por eso, postulo que la quinta etapa utiliza estos dos modos de pensamientos en forma conjunta.

Existen varios paradigmas sobre inteligencia humana. La mayoría postula una inteligencia que implica la idea de unidad, la que puede ser factorizable en dos o más factores para su mejor comprensión. Gardner⁷² ha presentado otro paradigma que implica varias inteligencias y no una sola como lo ha supuesto la mayoría de las construcciones paradigmáticas en torno a inteligencia humana. Si existieran diferencias específicas, se podría postular que ciertas personas pueden llegar a la quinta etapa en alguna de ellas (o en ninguna); pero, no necesariamente en todas. Además, el tipo de inteligencias convierte a los procesos lógico-deductivos en sólo una inteligencia llamada lógico-matemática con localización en el sistema parietal izquierdo (Gardner, 1983); a diferencia de la octava, que acuñó posteriormente y, que llamó inteligencia naturalista cuyos procesos inferenciales serían más bien lógico-inductivos y cuya localización estaría en el hemisferio cerebral derecho (Garner et al., 1998^a). Las inteligencias múltiples propuestas abren un espacio al estudio del cerebro analógico además del cerebro lógico.

El pensamiento paradigmático es suficientemente jerárquico para justificar una nueva y última etapa del desarrollo cognitivo humano.

⁷² Para él no existe una sola inteligencia factorizable en un factor g (general) y en factores de grupo como Spearman o en dos factores generales como Cattell o sólo en factores de grupo como Thurstone, o en tres dimensiones que siguen implicando la posibilidad de una estructura factorial de la inteligencia como Guilford o como el modelo de procesamiento de información de Hunt y Stenberg. El paradigma que ofrece Gardner rompe con la idea misma de inteligencia como unidad. No existe en el ser humano una sino varias inteligencias separadas o relativamente independientes. El método del análisis factorial deja de tener sentido; sino que, es preciso estudiar estas inteligencias por separado. Gardner se basa en el sistema simbólico que utiliza cada inteligencia y en la localización cerebral para justificar su respectiva existencia. En un comienzo postuló siete; la inteligencia lingüística, musical, lógico-matemática, espacial, cinestésico-corporal, interpersonal e intrapersonal, posteriormente, agregó una octava: la inteligencia naturalista.

EL CONCEPTO DE ESQUEMA

La formación del pensamiento paradigmático tiene sus orígenes en la formación de esquemas, siguiendo, la teoría del desarrollo de Piaget. Examinemos, primeramente, lo que Piaget entiende por esquema.

El esquema podría definirse como una sucesión de acciones, reales o mentales, que tienen una organización y que son susceptibles de aplicarse a situaciones semejantes. El esquema es, pues, una pauta de organización. Según Piaget el esquema es *“la pauta establecida de una unidad psicológica significativa y repetible de conducta intelectual y de sus pre-requisitos”* (Maier, 1991). Piaget textualmente dice: *“Por definición, el esquema de una acción es el conjunto estructurado de sus rasgos generalizables, esto es. De los que permitan repetirla o aplicarla a nuevos contenidos. Ahora bien, un esquema de acción no es ni perceptible (lo que se percibe es una acción determinada, no su esquema) ni directamente introspeccionable, y sólo se adquiere conciencia de sus implicaciones repitiendo la acción y comparando sus resultados sucesivos...”* (Beth y Piaget, 1968).

Nótese un cierto formalismo en Piaget que lo separa del empirismo cuando se refiere al concepto de esquema en su artículo, Los problemas psicológicos del pensamiento puro: *“En el caso de las acciones destinadas a interiorizarse en operaciones, los esquemas correspondientes comprenden sus caracteres más generales, es decir, los de la coordinación como tal; pues acciones como las de reunir (o disociar), ordenar (en un sentido o en el inverso), poner en correspondencia, etc., que constituyen el punto de partida de las operaciones elementales con clases y con relaciones, no son simplemente capaces de versar sobre los objetos anteriores, sino que, ante todo, son acciones cuyos esquemas expresan las coordinaciones generales*

de todas las acciones, pues toda acción (desde los simples reflejos hasta acciones aprendidas como la de coger una flor o la de encender la pipa) supone al menos una de las coordinaciones consistentes en ordenar movimientos sucesivos, reunir elementos etc. Tal es la razón por la cual estos esquemas tienen un alcance completamente general, y no simplemente caracterizan a una acción u otra de cierto individuo; pero también es la razón de que se mantengan inconscientes mientras una “abstracción reflectora” no las transforme en operaciones” (Beth y Piaget, 1968). Cuando Piaget se refiere a los problemas psicológicos del pensamiento puro pareciera utilizar el concepto de esquema de una manera formal (casi platónica o kanteana); así como Kant utiliza el concepto de a priori generando categorías del entendimiento para hacer posible la experiencia, Piaget utiliza los esquemas de acción generando estructuras que hacen posible el paso de un estadio a otro; puesto que, ellas, por último, son integraciones equilibradas de esquemas.

Piaget ve en la experiencia física (en todos los niveles) un marco lógico matemático como resultado de los esquemas de acción. Textualmente afirma: “...un esquema de acción no es sino la forma de una sucesión de acciones que se despliegan sucesivamente sin visión simultánea de conjunto, y el resultado de una abstracción reflectora, por el contrario, consiste en ascenderlo al rango de esquema operatorio; es decir, a una estructura tal que, una vez empleada una de sus operaciones, sea posible deductivamente, mediante una reflexión que trascienda la acción momentánea, componerla con otras”. (Beth y Piaget, 1968). Piaget concluye, precisamente, que la existencia de la experiencia lógico-matemática contribuye a explicar la posibilidad de la matemática pura separándose así, de una interpretación empirista. Probablemente, la influencia gestáltica (que también ha sido influenciada por el kantismo) ha contribuido en el uso de esquema en la teoría del desarrollo de Piaget

Piaget explica que como todo no está preformado serán los esquemas de acción que se asientan “en la organización nerviosa y biológica del sujeto” (Beth y Piaget, 1968) los que a través de

construcciones progresivas determinan como resultado las operaciones concretas al principio y formales posteriormente fundamentando, de paso, su posición constructivista.

Un esquema puede producirse en muchos niveles distintos de abstracción, Un esquema es el de **objeto permanente** que permite al niño responder a objetos que no están presentes sensorialmente. Más tarde el niño consigue el esquema de **una clase de objetos**, lo que le permite agruparlos en clases y ver la relación que tienen los miembros de una clase con las de otras. El esquema se refiere a organizaciones mentales y estructuras cognitivas. No se refiere a organizaciones perceptuales como lo hace el concepto. No obstante; afirmaba Piaget, al referirse a las relaciones entre la lógica y la psicología de la inteligencia: *“Un concepto no es más que un esquema de acción o de operación...”* (Piaget 2003b),

Según Piaget, el esquema parte por reflejos, luego incluye movimientos voluntarios hasta que tiempo después llega a convertirse en operaciones mentales. Con el desarrollo surgen nuevos esquemas y los ya existentes se reorganizan de diversos modos.

Algunos conceptos conjugados en función del esquema piagetiano.

Los esquemas pueden corresponder a reflejos innatos que se caracterizan por variar en función de las experiencias, la edad, las diferencias individuales y otras variables afines que los determinan como entidades variables. Pero, también los esquemas corresponden a procesos intelectuales que comparten todos los humanos en cuanto participan en los períodos del desarrollo, según, los distingue Piaget y que corresponden a (1) etapa sensoriomotora, (2) operaciones concretas y (3) operaciones formales aquí hemos distinguido en el punto (2) la etapa preoperacional y la etapa operacional concreta estableciéndose así

cuatro etapas en el desarrollo cognitivo⁷³ Desde este punto de vista, los esquemas surgen como invariantes que permiten la adaptación del individuo al medio mediante las conocidas invariantes funcionales llamadas por Piaget: asimilación y acomodación. Visto así, la asimilación al incorporar nueva información a un esquema pre-existente resulta efectiva en la medida en que dicha incorporación permite el equilibrio psicológico; idea fundamental en la teoría del desarrollo de Piaget, como ya lo hemos señalado. La acomodación, por su parte, es el proceso que busca mantener el equilibrio modificando un esquema para poder incorporar información nueva que sería incomprensible con los esquemas anteriores. El equilibrio psicológico se mantiene, entonces, por estas dos invariantes funcionales que permiten que los esquemas del sujeto se encuentren siempre adaptados al ambiente. En sus palabras: *“La inteligencia es adaptación...un caso particular de adaptación biológica...y...la adaptación es un equilibrio entre la asimilación y la acomodación.* (Piaget, 2003^a).

Para Piaget, la organización integrada de esquemas genera las estructuras; éstas permiten el paso de un estadio a otro en el desarrollo humano.

La creación de nuevos esquemas mentales constituye una organización. Es a través de las organizaciones de las acciones del sujeto que se construye la noción de objeto en el niño. La

⁷³ En un estudio llamado “El desarrollo mental del niño”, Piaget distingue seis estructuras variables junto a las funciones constantes (asimilación y acomodación). Textualmente dice: “Las estructuras variables serán, por tanto, las formas de organización de la actividad mental, bajo su doble aspecto motor o intelectual, por una parte y afectivo por otra, así como según sus dos dimensiones individual y social (interindividual). Para una mejor comprensión distinguiremos seis etapas o períodos de desarrollo, que señalan la aparición de estas estructuras construidas sucesivamente: 1. La etapa de los reflejos a ajustes hereditarios, así como las primeras tendencias instintivas (nutriciones) y las primeras emociones. 2. La etapa de las primeras costumbres motrices y las primeras percepciones organizadas, así como los primeros sentimientos diferenciados. 3. La etapa de la inteligencia sensoriomotriz o práctica (anterior al lenguaje), de las regulaciones afectivas elementales y las primeras fijaciones de la afectividad. Estas primeras etapas constituyen por sí mismas el período del lactante (hasta la edad de un año y medio a dos años, o sea anteriormente al desarrollo del lenguaje propiamente dicho). 4. La etapa de la inteligencia intuitiva, de los sentimientos interindividuales espontáneos y las relaciones sociales de sumisión al adulto (de los dos a los siete años, o segunda parte de la primera infancia). 5. La etapa de las operaciones intelectuales concretas (inicio de la lógica), y los sentimientos morales y sociales de cooperación (de los siete a los once-doce años). 6. La etapa de las operaciones intelectuales abstractas, de la formación de la personalidad y de la inserción afectiva e intelectual en la sociedad de los adultos (adolescencia). (Piaget, 1995).

percepción de un objeto es un producto secundario que se diferencia legítimamente de la mera sensación de un objeto. En la teoría del desarrollo de Piaget la conocida diferencia entre sensación y percepción tiene fundamento en su constructivismo.

El equilibrio psicológico es un concepto fundamental en la teoría del desarrollo de Piaget, reitero; pues bien, el equilibrio constituye la unidad de toda la construcción del sistema cognitivo. Las interacciones del sujeto con la realidad están reguladas por él; de tal manera que, cuando surge algún problema (cognitivo) se producen nuevos intentos de equilibración mediante una integración equilibrada de nuevos esquemas, ahora, a nivel de estructuras produciéndose diferentes etapas en el desarrollo cognitivo.

ETAPAS Y ESQUEMAS PIAGETIANOS

Examinemos, ahora, la **primera etapa** en función del concepto de esquema.

La primera etapa llamada por Piaget, sensoriomotora, se forma a partir del nacimiento hasta los dos años de vida y se construye según él en seis estadios que le permiten al infante construir una noción de objeto. En otras palabras, la construcción de lo real en el niño (Piaget, 1985) se hace mediante procesos sensoriomotores que se caracterizan por cierta ausencia de funciones simbólicas al principio; pero que, no obstante, terminan en procesos mentales internos que utilizan símbolos que, de alguna forma, son exteriorizados en el aprendizaje del habla en la segunda etapa llamada pre-operacional.

Es interesante notar que los estadios descritos por Piaget muestran una cierta continuidad que termina con el comienzo o adquisición de un nuevo estadio.

Así, en el primer estadio, llamado de los reflejos innatos (0 a 1 mes), los bebés utilizan sus reflejos innatos como el reflejo de succión o de presión en forma involuntaria. La desencadenación del reflejo está determinada por el ambiente; sin embargo, en este estadio el niño aprende a usar sus reflejos en forma intencional adquiriendo cierta capacidad en el uso de ellos mediante la experiencia repetitiva que conlleva una regularidad. Piaget utiliza el término “esquema” para referirse al uso de los reflejos que al combinarse con la maduración neurológica y física tienden a formar hábitos. Piaget reconoce un proceso de adaptación que implica la asimilación y acomodación.⁷⁴

En el segundo estadio (1 a 4 meses) o de las Reacciones Circulares Primarias los infantes tienden a repetir las conductas que les provocan placer. El chuparse los dedos puede desencadenar el reflejo de succión que es placentero. Como la conducta implica el propio cuerpo del infante Piaget le llamó reacción circular primaria. Piaget utiliza el concepto de esquema para dar a entender que la reproducción, la repetición, y la secuencialidad se dan organizadamente o en un esquema en este estadio en el cual la conducta refleja es reemplazada lentamente por los movimientos voluntarios.

El tercer estadio (4 a 8 meses) o de las Reacciones Circulares Secundarias. Las conductas placenteras ocurridas accidentalmente se dan ahora fuera del cuerpo del infante, de ahí la denominación de secundarias. El mover accidentalmente un móvil con su cabeza o una de sus manos puede resultar placentero para el infante tendiendo a repetir su acción. El infante se esfuerza, por primera vez, por lograr que las experiencias placenteras duren; de esta forma, el niño logra percatarse del ambiente como algo distinto de su cuerpo. En este estadio,

⁷⁴ Piaget dice textualmente en su libro, *El nacimiento de la inteligencia en el niño*: “...si bien la adaptación refleja se ha de atribuir una parte a la acomodación, esta acomodación es indisoluble de una asimilación progresiva, inherente al ejercicio mismo del reflejo. Podemos decir, de una manera general, que el reflejo se consolida y se afirma en virtud de su propio funcionamiento. Ahora bien, un hecho de tal calibre constituye la expresión más directa del mecanismo de asimilación.....” (Piaget, 2003a).

además de repetir y prolongar las reacciones circulares primarias, el infante amplía el ámbito de su actividad relacionando dos o más actividades sensoriomotrices en una secuencia experiencial o esquema.

El cuarto estadio (9 a 12 meses) corresponde a la coordinación de los esquemas secundarios y su aplicación a situaciones nuevas. La coordinación de la información sensorial con la actividad motora del infante tiende a hacer su conducta más deliberada y propositiva. En este estadio los infantes aprenden a utilizar esquemas previos para solucionar situaciones actuales (gatear hacia un objeto y tomarlo).

El quinto estadio (12 a 18 meses) lo llamó Piaget Reacciones Circulares Terciarias porque el infante aprende a explorar experimentando con situaciones nuevas en lugar de repetir patrones de conducta previamente aprendidos. Piaget localiza en el quinto estadio las raíces del razonamiento debido a que el esquema utilizado como medio está incluido en el esquema que surge del resultado final.

El sexto estadio (18 a 24 meses) o estadio de soluciones mentales, el niño aprende a utilizar pensamientos para solucionar algún problema. El niño aprende a interiorizar los problemas y a solucionarlos mediante combinaciones mentales. En este estadio se adquiere la noción de objeto, esto implica el desarrollo del concepto de permanencia del objeto. El objeto surge como un centro independiente con cualidades intrínsecas. El niño es capaz de concebir al objeto y recordarlo independientemente de su presencia perceptual. Los esquemas sensoriomotrices son reemplazados paulatinamente por procesos mentales donde el recuerdo surge independiente de la actividad del sistema sensoriomotor. Un final de esta primera etapa y un comienzo de la segunda significa un atisbo de pensamiento paradigmático vía imitación de modelos que el niño percibe como objetos. Piaget afirma que en este sexto estadio la imitación se produce cuando los modelos tienen cierta analogía con los esquemas del niño.

Raíces de la imitación

Estimo importante considerar la imitación en la formación de la inteligencia humana porque ella, en palabras de Piaget, no sólo se somete sino que se reintegra a la inteligencia misma. La imitación *“...siempre ha sido el prolongamiento de la acomodación característica de los esquemas de inteligencia y en la medida en que los progresos de este mecanismo acomodador son equilibrados con los de la asimilación mental, el cambio de los dos procesos vuelve a acomodar la imitación en el cuadro de toda la actividad inteligente”* (Piaget, 1966).

La imitación en el niño pequeño comienza propiamente a partir del cuarto estadio de la etapa sensoriomotora. Piaget dice que los tres primeros estadios no permiten inducir acciones propiamente imitativas; es a partir del cuarto y quinto estadio en que se hace posible la imitación de los movimientos visibles sobre el propio cuerpo y de modelos nuevos mediante la progresiva diferenciación de la acomodación y de la asimilación. Aun cuando la imitación con comienzo de representación empezará en el sexto estadio en el cual se ha logrado la representación mental del objeto (Piaget, 1966).

Piaget concluye que la imitación *“se inserta en el cuadro general de las adaptaciones sensoriomotoras que caracterizan la construcción de la inteligencia misma”* (Piaget, 1966).

La primera infancia de los dos a los siete años

La primera infancia, que va de los dos a los siete años, es caracterizada por Piaget como la etapa pre-operacional (segunda etapa desde el punto de vista del desarrollo mental). Para los adultos esta etapa es muy significativa porque, al surgir el lenguaje se establece también una mejor comunicación entre los adultos y los niños. Tanto los afectos como el desarrollo intelectual del niño son profundamente afectados por el lenguaje. El pensamiento adquiere con el lenguaje un recurso

retroalimentador. Si el pensamiento es proactivo el lenguaje le permite al ser humano tener un pensamiento retroactivo. Proacción y retroacción son los elementos esenciales para que el desarrollo intelectual no siga apegado a los procesos sensorio-motores de la primera etapa. Piaget suele mostrar tres aspectos importantes en esta segunda etapa que son influenciados por el lenguaje: la socialización, el pensamiento y la intuición.

Interesa examinar aquí lo que Piaget entiende por intuición; puesto que ella es un aspecto importante del pensamiento analógico y que se incluye directamente en el pensamiento paradigmático. Piaget distingue dos tipos de intuiciones:

Las intuiciones primarias que tratan *“de esquemas perceptivos o de esquemas de acción y, por tanto, de esquemas sensorio-motores pero transpuestos o interiorizados en representaciones. Se trata de imágenes o de simulaciones de lo real, a medio camino entre la experiencia efectiva y la experiencia mental y no son operaciones lógicas generalizables o combinables entre sí”* Y continúa *“...lo característico de las intuiciones primarias es, en efecto, el ser rígidas e irreversibles: estas intuiciones son comparables a los esquemas perceptivos y a los actos habituales que aparecen en bloque y no pueden alterarse”*. Y también *“...La intuición primaria no es, por tanto, más que un esquema sensorio-motor transpuesto en acto de pensamiento, y este pensamiento hereda naturalmente sus caracteres.”*(Piaget, 1995)

Las intuiciones articuladas que tratan *“de anticipar las consecuencias de una acción y de una reconstitución de los estados anteriores manteniendo aún la rigidez de la irreversibilidad”*. Piaget afirma: *“Comparada con la lógica, la intuición se encuentra por tanto, en un equilibrio menos estable por carecer de reversibilidad, pero comparada con los actos preverbales es, sin duda, una evidente conquista”* (Piaget, 1995).

Evidentemente, el pensamiento intuitivo, como lo describe Piaget, (fijándose en la capacidad operativa) queda como a medio

camino entre el pensamiento sensorio-motor y el pensamiento lógico. Sin embargo, es preciso entender que el pensamiento analógico, en el cual se basa el pensamiento intuitivo está íntimamente ligado al aparato sensorial humano. Desde el punto de vista del cerebro humano podríamos hablar de una intuición sensible simplemente ligada a las senso-percepciones y de una intuición intelectual ligada a la captación de esencias a la manera husserleana. De esta forma, se evita la comparación operativa que induce el pensamiento lógico.

Permítaseme traer un ejemplo de pensamiento analógico sacado de mi historia vital que no tiene, en principio, nada de pensamiento lógico que no sea por la capacidad operativa de cada cual de examinarlo posteriormente:

Cuando tenía menos de cuatro años observé que las manos de mi padre eran enormes comparadas con las mías. Inmediatamente hice una analogía que (podría entenderse como una proporción) comparó las manos de mi padre con su cuerpo y las manos mías con el mío. Mi pensamiento no fue verbal; sólo estableció una analogía que podría entenderse como una proporción: $M:P=m:h$ (**M** es a **P** como **m** es a **h** que podría expresarse coloquialmente así: las manos del padre son al padre como las manos del hijo son al hijo). En mi percepción infantil importaba el concepto de tamaño. Al establecer la relación proporcional entre las grandes manos de mi padre y las mías yo percibía una adecuación entre el tamaño de su cuerpo y el mío. Este ejemplo de pensamiento analógico expresa la analogía infantil. De él se pueden extraer, posteriormente, extrapolaciones lógicas; pero que no corresponden, propiamente, al pensamiento infantil.

El pensamiento paradigmático comienza a formarse en la primera infancia. Los modelos mentales comienzan a surgir por medio de simples analogías que son el producto de percepciones e imaginaciones concomitantes. Los juegos simbólicos permiten el desarrollo del pensamiento paradigmático, el cual es reforzado con la imitación infantil en esta primera infancia. La intuición infantil como producto de las sensaciones y percepciones constituye la base analógica de un mundo que se abre poco a poco a una comprensión incipiente en la cual el sincretismo es predominante. Los análisis, producto de las analogías infantiles,

son unidimensionales: El pensamiento analógico no resulta comparable con el pensamiento lógico en la primera infancia. Cualquier comparación de este tipo se arriesga a perder lo propio de las adquisiciones infantiles. Piaget, motivado por el desarrollo de la capacidad operatoria del pensamiento lógico, la denomina etapa pre-operacional y pone a la intuición como el recurso que utiliza el niño en esta etapa. El mismo nombre de la etapa dado por Piaget, indica ya un punto de vista del desarrollo en que el pensamiento lógico es percibido como superior a la intuición. Quisiera indicarle al lector que no es mi intención tomar un partido por la intuición; sino indicar que en el hombre adulto, que ya ha llegado a la etapa operacional abstracta según Piaget, su pensamiento analógico y su pensamiento lógico le ayudan a construir soluciones para lograr el equilibrio. Desde mi punto de vista, ambos pensamientos se necesitan y pienso que el pensamiento lógico se ha desarrollado en los humanos debido a la existencia del pensamiento analógico; aún cuando, la formación de cada cual no haya ido a la par.

La infancia de los ocho a los once años

Piaget, desde el punto de vista operacional, sitúa la etapa de las operaciones concretas entre los siete/ocho y once/doce años aproximadamente. El pensamiento intuitivo apegado a la irreversibilidad de la primera infancia comienza a hacerse lógico y, por lo mismo, reversible. Desde el punto de vista del desarrollo del pensamiento analógico el niño progresa de un mundo subjetivo a un mundo objetivo; es decir, desde una indiferenciación a una diferenciación de sí mismo y de su entorno. En la etapa operacional concreta de Piaget, el niño se libera de su egocentrismo. Los modelos que aprende el niño a esta edad, vía imitación o aprendizaje verbal, determinan una objetivación que estaba ausente en la primera infancia. El desarrollo del pensamiento paradigmático progresa entonces hasta formar modelos en la mente del niño de 8 a 11 años con un elemento objetivo. La realidad se impone en la concepción paradigmática

en este nuevo período con tal fuerza que los modelos adquieren las mismas características de lo real.

Un ejemplo puede resultar ilustrativo: Si se le pregunta a un niño de nueve años si los colores existen dirá, probablemente que sí. Si se le interroga si él puede ver todos los colores posibles de ser vistos responderá, también, probablemente que sí. Edmund Husserl⁷⁵ (1962), filósofo contemporáneo y creador de la corriente fenomenológica utilizó más de alguna vez el color como ejemplo de intuición, sobre la base de que el color se impone intuitivamente a la conciencia del sujeto. Al citar a Husserl, aquí, quiero hacer pensar al lector que no es difícil apegarse a percepciones que en última instancia responden a mecanismos fisiológicos que conjugadamente dan una respuesta psicológica de la percepción del color y nada más. Las atribuciones de realidad que hace un niño de nueve años al color es producto de una concepción paradigmática consecuente con su edad. Cito a continuación un extracto referente a la percepción del color que muestra, de alguna manera, que la percepción del color es un producto secundario de nuestro psiquismo permitiendo crear modelos mentales que no necesariamente corresponden a lo que un niño de nueve años entiende por real; pero que, eventualmente, podrían confundirse con ella.

“Se sabe que la percepción del color está determinada por células nerviosas, sensibles a determinadas frecuencias de las ondas electromagnéticas, que determinan el campo de la luz visible para los humanos. Aún cuando los bastones dan cuenta de la luz blanca o acromática son los conos las células nerviosas que nos interesan porque ellas dan cuenta de la luz cromática dentro de una banda de frecuencias que van del rojo al violeta,

⁷⁵ Edmund Gustav Albrecht Husserl (1859-1938). Filósofo alemán. Fundador del movimiento fenomenológico o fenomenología. Discípulo de Franz Brentano de quien obtuvo el concepto de “intencionalidad” que corresponde a la característica de la conciencia de referirse siempre a algo. La conciencia es siempre “conciencia de algo” (siempre es intencional o, en otro caso, no hay conciencia); diferencia esencial con la “cosa” o realidad física (que carece de intencionalidad), punto de partida del método fenomenológico. Influyó en Martín Heidegger, Jean Paul Sartre, Maurice Merleau-Ponty, Max Scheler y, en general, en los filósofos contemporáneos que usan el método fenomenológico.

*de tal manera que, somos ciegos para rayos infra-rojos o ultravioletas”.*⁷⁶

Se sabe que hay animales como los insectos que tienen sensibilidad para transducir rayos ultravioletas a modo de color, pero a su vez son ciegos a rayos rojos visibles por los humanos; por otra parte, hay animales que ven rayos infra-rojos. Los umbrales no son iguales para los diferentes animales que pueden también transducir cierta parte de la banda electromagnética a modo de lo que llamamos color o matiz.

Desde el punto de vista de la valoración del color estamos obligados por nuestra subjetividad a responder con nuestra capacidad de transducción humana a ciertas frecuencias electromagnéticas con una tonalidad endotímica o cualidad que llamamos color. De aquí, surge para nosotros lo que se ha llamado Rosa Cromática. Nuestra capacidad para valorar el color y en ella, hasta sus distancias, está determinada por nuestra humana subjetividad. De esta forma, si tenemos una percepción normal del color, estableceremos fenomenológicamente una concepción global o circular del color. Podremos generar desde los colores llamados primarios, los secundarios, terciarios, etc. creando la impresión subjetiva de una derivación continua de colores.

Lo interesante de esto es que, cuando establecemos, por ejemplo, la relación fenomenológica de la distancia de los colores llamados primarios y secundarios, no podemos escapar a concebir distancias que no corresponden a las obtenidas por la física del color. Así, por ejemplo, sobre la base del círculo que establecemos en la Rosa Cromática podemos decir que el rojo y el naranja están más o menos a la misma distancia que el naranja y el amarillo y también, que el rojo y el violeta están más o menos a la misma distancia que el violeta y el azul.⁷⁷ Más todavía, la guía de la Rosa Cromática nos impele a decir que el rojo y el

76 Si los límites o umbrales, medidos en milimicrones, son para la sensación de violeta 400 (no más allá de 390) y para la sensación de rojo 700 (no más allá de 730), somos literalmente ciegos a ondas electromagnéticas que van más allá de este umbral humano.

77 Primer error.

verde son más distantes que el rojo y el violeta.⁷⁸ Desde el punto de vista de la psicofísica del color se han deslizado dos errores; puesto que, se sabe que el rojo y el violeta son los colores más distantes del espectro visible.

La valoración subjetiva del color depende de nuestro cerebro. Este genera una especie de círculo para toda la gama de colores visibles donde los umbrales corresponden al rojo y al violeta. Pero el círculo del que hablamos no es propiamente un círculo, ya que entre el rojo y el violeta está lo indefinido o no visto por lo humanos o, más bien, ondas electromagnéticas que aumentan o disminuyen de tamaño⁷⁹ más allá del umbral visible. Lo que el cerebro logra con los colores que ve es propiamente, una especie de cuerda que se cierra en un círculo que llamamos Rosa Cromática; pero, para convertir la cuerda en círculo completo nuestro cerebro tiene que inventar colores y para esto, establece la extraña paradoja que consiste en inventar una gama de colores llamados morados y que cierran la distancia psicológica entre el violeta y el rojo.

Más todavía, se sabe que hay individuos que son ciegos a cierta gama de colores; empero, no es imposible postular que ellos mantengan una imagen holística o circular del color. Así como un sujeto normal o tricrómata tiene la imagen de que puede ver todos los colores posibles, un sujeto anormal o dicrómata puede también creer que ve todos los colores posibles de ser vistos. Su cerebro cierra esta vez también aquella parte para la cual es ciego al color y establece, probablemente, relaciones de cercanía con los colores visibles más cerca del espectro de los colores para el cual no es ciego. Así por ejemplo, una persona que fuera ciega al rojo tendría su cerebro que inventar, además de los morados, la gama correspondiente al rojo. Pero, debería entenderse que si el rojo no existe para esta persona, la manera de crear el llamado morado sería diferente a la creación que hace un cerebro de un individuo normal. Los colores disponibles

⁷⁸ Segundo error.

⁷⁹ Las ondas electromagnéticas más largas llegan a medir hasta cien mil kilómetros y las más cortas, hasta la mil millonésima de millonésima (o mil billonésima) parte de un metro.

más cercanos serían el violeta y, probablemente, el amarillo (el naranja también se alteraría por la falta del rojo).

Desde el punto de vista de la valoración del color, la subjetividad se impone con las bondades y anomalías de los sujetos que evalúan. Estos análisis pueden hacer comprensibles las expresiones de John Dalton⁸⁰, quien describiera el dicromatismo por primera vez en 1798: “Siempre fui de opinión, aunque no debí mencionarlo con frecuencia, que había varios colores a los que se nombraba insensatamente. El término rosa, para referirse a la flor de ese nombre me parecía bastante propio; pero cuando el término rojo sustituía al de rosa me parecía impropio; a mi entender debería haber sido el de azul; ya que el rosa y el azul parecen estar unidos estrechamente; mientras que el rosa y el rojo apenas tienen alguna relación...” (Cohen, 1976).

Es fácil, ahora, entender que Dalton era ciego al rojo y por eso el color azul resultaba más cercano al rosa; debido a que el rojo simplemente no existía para él. Los colores existentes adyacentes al inexistente rojo habrán sido los que habrán determinado en el cerebro de Dalton las tonalidades endotímicas o cualidades propias de su percepción del color”. (Huaquín, et al. 2002).

Es fácil entender que un niño de nueve años tricrómatas o normal, aún cuando, es capaz de objetivar el color no es aún capaz de diferenciar lo real de lo meramente objetivo. Su pensamiento apegado aún a operaciones concretas, le impide suponer que el color es una construcción de su cerebro. En otras palabras, sus paradigmas creados por la percepción del color y por el aprendizaje social lo hacen percibir una rosa cromática objetiva; sin necesariamente, percatarse que tal construcción es producto de su cerebro; de forma similar a como un niño de nueve años dicrómatas o ciego a cierta gama de colores construye un modelo de colores objetivos para él. Si el niño de dos a siete años no es todavía capaz de diferenciar lo subjetivo de lo objetivo; el

⁸⁰ John Dalton (1776-1844) Naturalista, meteorólogo, químico y físico- matemático británico. Es el primero en dar una base cuantitativa a la teoría atómica al formular en 1803 que la materia está compuesta por átomos de diferentes masas que se combinan en proporciones sencillas para formar compuestos. Estudia la enfermedad conocida como acromatopsia, la cual es conocida como daltonismo en honor a su nombre. El veía al color rojo como gris oscuro, lo que hizo que una vez se vistiera con una inapropiada vestimenta académica escarlata (rojo) cuando fuera a conocer al rey Guillermo IV.

niño de ocho a once años no es capaz todavía de diferenciar lo objetivo de lo propiamente real cayendo en una suerte de objetivismo, desde el punto de vista de los fenómenos psicológicos que percibe, o de un realismo ingenuo, desde el punto de vista de las atribuciones que hace de los mismos.

El niño de doce a quince años.

Piaget dice que en el período de once-doce a quince-dieciséis el niño, ya adolescente, alcanza el pensamiento formal. Las operaciones concretas a la cual estaba apegado el niño en la etapa anterior dejan lugar a las operaciones abstractas liberándose del recurso al pensamiento concreto para desempeñarse lógicamente. Desde el punto de vista del pensamiento analógico percibo un avance que diferencia también al niño de la etapa anterior. Ahora, su pensamiento hipotético-deductivo le permite tomar conciencia de que sus concepciones paradigmáticas pueden ser solamente modelos de la realidad sin confundirse con la realidad misma. Siguiendo con el ejemplo anterior, podemos decir que la construcción que cada individuo hace de lo que llamamos Rosa Cromática es producto del cerebro que tiene una capacidad analógica y lógica. La construcción en el cerebro de cada cual es analógica; pero, el cálculo posterior al cual hemos hecho mención es lógico. En este caso, las operaciones lógicas quedan determinadas por la construcción de la Rosa Cromática que hace el cerebro de cada cual. Por eso los dicrómatas, al construir un modelo diferente de los tricrómatas, se ven impelidos por sus propias intuiciones del color a diferir en sus estimaciones con estos últimos. Dalton pudiera no haber tomado conciencia de su dicromatismo al formular las aseveraciones previamente indicadas. En esta edad, el adolescente es capaz de tomar conciencia de sus construcciones paradigmáticas: sean éstas productos internos como lo hemos documentado aquí o productos externos que pueden ser aprendidos por imitación o aprendizaje social en general. Con el pensamiento formal un adolescente de quince años puede diferenciar lo subjetivo de lo objetivo y entender perfectamente que el color o matiz en los humanos

responde a una capacidad de reaccionar a determinadas ondas electromagnéticas. El pensamiento abstracto es hipotético-inferencial permitiendo la capacidad de teorizar.

El pensamiento paradigmático como etapa última del desarrollo cognitivo

Pienso que algunas pocas personas pueden lograr entre los 17 y 26 o más años de edad la capacidad de generar construcciones paradigmáticas que implican, por ejemplo en la ciencia física, una teorización dirigida por la construcción paradigmática de ellos mismos. La filosofía y luego la física fueron utilizadas como ejemplos de construcciones paradigmáticas que generaron paradigmas en conflicto o en oposición como también subsunciones científicas para ilustrar al pensamiento paradigmático como una etapa superior a la etapa del pensamiento abstracto. Es posible que un individuo haya logrado la etapa operacional abstracta y no obstante, sea incapaz de generar paradigmas propios. Su pensamiento puede moverse fácilmente sobre la base de paradigmas contruidos por otras personas. Estimo que un adolescente de 13 o 14 años puede perfectamente pensar en forma abstracta y no ser capaz de teorizar utilizando paradigmas propios. El avance del pensamiento científico ha significado cambios paradigmáticos que implican, a mi juicio, una etapa superior en el desarrollo del pensamiento humano. En esta última etapa, no sólo se utiliza el pensamiento analógico y lógico sino que ambos se combinan para generar nuevos paradigmas que resultan útiles para solucionar problemas.

ESQUEMAS Y PARADIGMAS:

Semejanzas y diferencias

Una percepción de las semejanzas y diferencias entre esquemas y paradigmas permitirá al lector comprender más claramente la proposición de un pensamiento paradigmático como etapa superior a la de las operaciones abstractas como la postulada por Piaget.

El pensamiento paradigmático ha significado la elaboración del constructivismo en la teoría del desarrollo de Piaget como también una posición en los grandes enfoques o modelos de la psicología contemporánea. En general, las investigaciones del Centro Internacional de Epistemología Genética pueden ser ubicadas en el modelo o enfoque de la psicología cognitiva; aun cuando muchas investigaciones parten considerando aspectos psicofisiológicos. En última instancia, el desarrollo del pensamiento operatorio se apoya en un modelo básicamente cognitivo.

Es posible ilustrar también el uso del pensamiento paradigmático en las investigaciones de Piaget, en el cual las operaciones juegan un papel. Veamos algunos ejemplos relacionados con la causalidad en la cual surge el *modelo causal* como elemento necesario que implica la suposición de la existencia de los objetos independientemente de nuestro pensamiento: “... *Explicar un fenómeno físico supone, ciertamente, el empleo de tales operaciones, pues, la investigación de la causalidad siempre llega a superar lo observable y recurrir a enlaces inferidos, y en consecuencia, operatorios. Pero aquí se agregan, y esto es lo esencial, las respuestas del objeto ya que hablar de causalidad supone que los objetos existen exteriormente a nosotros y que actúan los unos sobre los otros independientemente de nosotros; si el modelo causal adoptado comporta una parte inferencial es con el único propósito de alcanzar esas propiedades del objeto*” Piaget, J. y García, R. (1973). Piaget parece estar completamente consciente

que tomar una posición por el modelo causal significa tomar una posición filosófica definida y puede, perfectamente, utilizar el modelo causal sin comprometerse aún cuando esto implique un tomar en cuenta la causalidad en la misma lógica interna del sujeto; puesto que asumir tal modelo implica que el sujeto pueda ser considerado como un objeto más, sujeto por ende, a las relaciones causales. Más específicamente continúa: “... *¿La noción de atribución de las operaciones a los objetos, debe ser interpretada como un modelo realista o apriorístico? Siendo lo específico de los estudios genéticos reencontrar en el desarrollo mismo continuos procesos dialécticos, podríamos estar tentados de responder de modo inmediato: ni lo uno ni lo otro o los dos a la vez o inclusive alternativamente según una marcha espiral. Pero nuestro método consiste en desconfiar de las especulaciones y recurrir a los hechos,...*” Piaget, J. y García, R. (1973). Sobre esta base fáctica, se han desarrollado cientos de investigaciones hechas por el Centro Internacional de Epistemología Genética en las que se implica el modelo causal junto a la actividad operatoria de los sujetos. Interesa destacar las relacionadas con las adquisiciones de la reversibilidad, compensaciones y simetrías, puesto que en ellas Piaget pone en relación manifiesta los conceptos de esquemas y paradigmas: “... *¿Tendremos entonces que admitir que el modelo causal no es más que el resultado de una proyección en lo real de los esquemas operatorios alcanzados por el sujeto en el nivel de desarrollo y que estos esquemas derivan de la experiencia fáctica...?*” Piaget, J. y García, R. (1973) A fin de cuentas, Piaget atribuye el origen común de las operaciones de reversibilidad y de las propias compensaciones de las acciones causales al organismo.

Semejanzas

1. Ambos responden a capacidades genéticas del ser humano,

Por lo dicho sobre los esquemas se infiere que éstos surgen como aspectos formales y estructuradores innatos del proceso de desarrollo del individuo.

Los paradigmas, por su parte, se perciben comúnmente como estructuras aprendidas restándole al sujeto la capacidad innata de formar modelos como producto de un proceso aprendido; pero, que tiene elementos innatos en su formación inicial. De esta forma, la tendencia a imitar y a crear paradigmas es innata; es decir, corresponde a un aprendizaje filogenético, aún cuando el aprendizaje o creación de cada paradigma en particular corresponda a un aprendizaje ontogenético.

Para percibir esta semejanza es preciso recurrir al aprendizaje por imitación en la etapa sensoriomotriz. Piaget informa que la imitación surge a partir del cuarto estadio de esta primera etapa indicando que los niveles de imitación son correlativos a los esquemas del objeto y de la causalidad. Como la noción de objeto surge a partir del sexto estadio se podría inferir que la imitación a un modelo (objeto) propiamente tal no puede darse antes. Es el objeto el que surge como un modelo a ser imitado y esto es producto de la capacidad innata de aprender del ser humano. Será más adelante que el pensamiento paradigmático propiamente tal, surgirá primero, como capacidad de representarse paradigmas y, finalmente, como una capacidad organizadora y creadora de paradigmas que induce a pensar en una quinta etapa del proceso del desarrollo cognitivo.

2. Ambos se constituyen como invariantes del proceso adaptativo del desarrollo que incluye las conocidas invariantes funcionales que son: asimilación y acomodación.

Tanto los esquemas como los modelos comprenden formas o patrones del desarrollo cognitivo que se mantienen estables durante la asimilación y varían con la acomodación. La asimilación y acomodación juegan un papel relativamente estable; no obstante, la quinta o última etapa implica una nueva acomodación, producto del pensamiento paradigmático que juega ahora un papel rector y no sólo receptor como en las etapas anteriores.

3. Ambos se refieren a organizaciones mentales y estructuras cognitivas.

Esquemas y paradigmas organizan y estructuran la cognitividad. Los esquemas van siendo más complejos en la medida en que el individuo progresa en su desarrollo cognitivo. Podría uno aventurarse a decir que una quinta etapa implica necesariamente esquemas más complejos; de tal manera que, lo entendido por modelos o patrones de pensamiento no serían más que nuevos esquemas en una etapa superior. Entiendo, no obstante, que las organizaciones cognitivas, que implican los paradigmas, mantienen ciertas diferencias que hacen legítima la afirmación de una organización cognitiva diferente de la aportada por los esquemas piagetianos; aún cuando, mantengan cierta similitud.

4. Ambos utilizan el cerebro lógico y analógico.

Como tenemos dos cerebros es un hecho que tanto los esquemas como los paradigmas utilizan los dos cerebros. El cerebro llamado analítico-lógico, trabaja conjugadamente con el cerebro sintético-analógico. Si bien se asemejan, en el uso de los cerebros se puede establecer que, los esquemas surgen desarrollando aspectos parciales con una tendencia al análisis y los paradigmas responden a totalidades con tendencia a la síntesis. Sin embargo, no puede haber síntesis sin previo análisis y éste no puede descomponerse al infinito. En otras palabras; en la construcción del pensamiento ambos cerebros se necesitan.

5. Ambos comprenden un plan cognoscitivo

El esquema constituye un plan cognoscitivo que establece la secuencia de pasos que conduce a la solución de un problema; el paradigma es resultado de un plan cognoscitivo que se utiliza como patrón o guía de comprensión para solucionar problemas.

6, Ambos surgen como una forma de lograr el equilibrio.

Tanto los esquemas como los modelos son formas de lograr el equilibrio. La inteligencia para Piaget comprende la noción de equilibrio para explicar la génesis de las estructuras operatorias como el paso de las regulaciones preoperatorias a las operaciones propiamente dichas (Piaget, 1995). Los esquemas al irse haciendo más complejos permiten el paso de una etapa cognitiva a otra logrando así solucionar los desequilibrios de la etapa anterior. Los paradigmas al ser contruidos por el propio sujeto para solucionar algún problema permiten también solucionar desequilibrios que se mantenían en la cuarta etapa o del pensamiento abstracto. Son los paradigmas, modelos o patrones de pensamiento los que sirven para acomodar de maneras diferentes la información acumulada por un individuo generando un nivel superior de asimilación lo que permite, ahora, solucionar los desafíos últimos que se ofrecen a la inteligencia humana.

Diferencias

1. Los esquemas tienden a lo específico; los paradigmas, a lo general.

En cuanto los esquemas constituyen organizaciones de acciones tienden a ser específicos aún cuando comprendan acciones operativas que pueden tener un alcance muy general; en cambio, los paradigmas son creaciones mentales construidas para explicar totalidades, por ende, tienden a ser generales. De esta forma, Los esquemas estructuran detalles; los paradigmas estructuran lo global. El punto de partida de la creación de los esquemas de acción surge en la etapa sensoriomotriz con esquemas muy específicos aún cuando: *“Por definición, el esquema de una acción es el conjunto estructurado de sus rasgos generalizables...”* (Beth y Piaget, 1968). Cuando hablamos de una quinta etapa entendemos los paradigmas como construcciones de un pensamiento sintético aún cuando haya sido producto de análisis previo.

2. Los esquemas responden a estructuras estables; los paradigmas responden a estructuras dinámicas.

La noción misma de esquema apunta a estructuras estables. Los paradigmas, por su parte, en cuanto creaciones explicativas responden a organizaciones dinámicas. De esta forma, los paradigmas pueden ser sustituidos por otros sin que se precise un cambio de etapa como en los esquemas. Para el esquema resulta irrelevante juzgarlo bajo la categoría de verdadero o falso; en cambio, no es imposible crear modelos inadecuados sobre un aspecto de la realidad que compita con otro u otros más adecuados.⁸¹

⁸¹ En el libro titulado *Las explicaciones causales* Piaget dice textualmente en el capítulo referente a transmisiones e inferencias inmediatas: significación de las atribuciones”: *“...el error de la atribución no afecta en nada la validez de la numeración... puesto que, la atribución de una operación a un proceso causal es susceptible de control experimental y de progreso continuo en el afinamiento del modelo, y por lo tanto, de su interpretación.”* Y más adelante: *“Es frecuente, por el contrario, que las contradicciones entre los hechos observados y el modelo operatorio escogido nos obligue a modificarlo:...”* (Piaget y García, 1973).

3. Los esquemas tienen una base lógica; los paradigmas tienen una base analógica. Aún cuando ambos utilizan los dos cerebros.

Los esquemas de acción surgen sobre una base lógica. Los paradigmas, en cambio, utilizan en forma natural, el cerebro analógico. Un ejemplo puede resultar aclarador:

El pensamiento paradigmático queda bien precisado para los jugadores de ajedrez que juegan a ciegas. Para ello, el jugador se forma un modelo mental, por lo general, con las piezas (blancas o negras) con que juega; de tal manera que, todos sus procesos mentales quedan condicionados por la posición y color de las piezas con que juega (a ciegas).

Si no existiera este modelo mental, las funciones lógicas no podrían aplicarse; En cambio, cuando el jugador de ajedrez imagina el tablero, literalmente lo ve pudiendo calcular movimientos, valor de las piezas etc., de una forma semejante a un jugador que juega con un tablero presente. Cuando el jugador examina variantes; puede adelantarse a 10 o más jugadas, apreciando las nuevas posiciones desde una perspectiva lógica. El cerebro analógico permite la existencia mental del tablero y el cerebro lógico permite jugar.

Puede verse, por este ejemplo, que los dos cerebros son utilizados cuando se juega ajedrez a ciega. Evidentemente, la diferencia entre esquemas y paradigmas es sólo de énfasis, porque el análisis de cualquier esquema implica también el uso de los dos cerebros.

4. Los esquemas tienden al ANÁLISIS; Los paradigmas, a la SÍNTESIS.

Análisis y síntesis son procesos lógicos. El análisis parte de totalidades; el cerebro no reduce el proceso de análisis al infinito o a una atomización indefinida. Se parte de una totalidad. La psicología de la forma ha hecho un gran aporte en el sentido de que nuestro cerebro capta totalidades, formas o estructuras con

sentido. La síntesis es producto del análisis; sin él no hay síntesis posible. Cuando el cerebro se enfrenta a la multiplicidad sin análisis sólo puede lograr una suerte de pensamiento sincrético. El sincretismo es típico de situaciones en que faltan elementos para el análisis. Esto puede deberse a una desinformación en personas adultas o a una falta de preparación de un cerebro no adulto. Los esquemas de acción están en la base del desarrollo cognitivo. Ellos parten de simples totalidades no analizables en un principio. Si un niño desea comer y ya conoce algunas palabras las utiliza en un contexto global; es decir, aunque utilice una sola hay una intención reflejada en el deseo de comer. Así, por ejemplo, si el niño dice **pan** está diciendo a su madre que desea comer pan. Un tiempo después expresará lo mismo con dos palabras: **pan-mamá** y luego en tres: **quiero-pan-mamá** y posteriormente en cuatro: **quiero-comer-pan-mamá**. En todos los casos el niño está expresando oraciones con sentido global y no meramente palabras. Los paradigmas son productos de elaboraciones mentales sofisticadas. Ellos pueden ser aprendidos por imitación en un principio o pueden ser producidos por una persona en una etapa avanzada del desarrollo cognitivo. Ellos son el producto de análisis que se transforma en síntesis (que se expresa, precisamente, en la forma de patrones, modelos o paradigmas). Análisis y síntesis son procesos recíprocos; de algún modo. No puede haber síntesis si no hay análisis; pero, tampoco puede haber análisis si no hay formas o estructuras completas al principio, que son las unidades de análisis para la síntesis. Lo uno y lo múltiple se comprende en relación. Por eso, esta diferencia entre esquemas y paradigmas puede hacerse sólo al nivel de tendencia. En el proceso cognitivo humano los esquemas representan el comienzo y los paradigmas el final; pero ambos participan en las etapas intermedias.

5. Los esquemas no corresponden a pensamientos conscientes como los paradigmas

Los esquemas no son conscientes. El individuo sólo logra resultados con ellos y son estos resultados los que permiten tomar conciencia de su existencia. Los paradigmas, en cambio, se

construyen por medio de procesos conscientes que implican el uso del pensamiento. El proceso de toma de conciencia es un caldo de cultivo para la generación de paradigmas, sobre todo, cuando estos procesos rompen con las expectativas previas.⁸² Por esto, reitero: Los paradigmas pueden ser adecuados o inadecuados, mejorables o sustituibles. En otras palabras, los paradigmas son falibles; los esquemas no.

6. Un esquema es una estructura mental determinada que puede ser transferida y generalizada. Un paradigma es un modelo o patrón de pensamientos construido conscientemente; de tal manera que, es explicable pero no generalizable.

Un esquema por definición es generalizable y transferible en cuanto estructura mental. “... *son acciones cuyos esquemas expresan las coordinaciones generales de todas las acciones,*” Beth y Piaget, 1968). Piaget es muy flexible al expresar la idea de esquema; sin embargo, es posible diferenciarlos en este punto; pues, los paradigmas al ser estructuras conscientemente construidas no pueden ser transferibles ni generalizables como los esquemas. Al avanzar a la etapa de pensamiento paradigmático el individuo utiliza un proceso de acomodación en cuanto, específicamente, genera paradigmas que significan una modificación, ahora consciente, de su estructura cognitiva para que el nuevo paradigma sea asimilable o, conscientemente, comprensible. Por lo tanto, los paradigmas son explicables, pero no generalizables.

⁸² Piaget y colaboradores (1985) en el libro, *La toma de conciencia* hace un análisis desde un punto de vista operatorio del proceso de toma de conciencia. Al tomar conciencia el niño no sólo de situaciones físicas cualesquiera sino de los efectos, productos de sus propias acciones, se genera un campo de cultivo interesante para las producciones de estructuras paradigmáticas no consideradas por él. (Ver, sobre todo, artículo XI del libro: La toma de conciencia de orientaciones contrarias a las direcciones previstas, con A Blanchet). Desde un punto de vista operacional uno podría inclinarse a fijarse más en los aciertos que en los errores; pero, de un punto de vista paradigmático interesan tanto los errores como los aciertos.

CUARTA PARTE

DISCUSIÓN EXPLICATIVA IMAGINARIA

¿Por qué ha utilizado la física para ejemplificar el pensamiento paradigmático?

El desarrollo del pensamiento humano ha manifestado su máxima expresión, a mi juicio, en la ciencia física; por eso me ha resultado cómodo utilizarlo para ejemplificar esta última etapa del pensamiento humano. Más todavía, resulta interesante observar que una idea creadora representada, por ejemplo, en el modelo mecánico del universo ocupa prácticamente todo el desarrollo de la física del siglo XIX y solamente cuando surge el modelo del campo como una nueva representación de la naturaleza se produce un cambio paradigmático a principios del siglo XX con la teoría de la relatividad.

Pero usted no es físico.

Es verdad; pero, entiendo que un psicólogo tiene derecho a dialogar con las máximas expresiones del pensamiento humano en las cuales, tales como en la física, han surgido pensamientos novedosos y desafiantes que justifican ser tomados en cuenta por la psicología.

Pero eso es tarea de los físicos

Solamente lo que le corresponde al estudio de la naturaleza (aún cuando hay teorías de gran unificación en física que, según algunos físicos, cuando esta ciencia esté terminada deberían transformarse en una teoría del todo); pero no al subproducto psicológico que surge de esos estudios.

Podría haber presentado modelos de la psicología, ya que es psicólogo.

Si. Podría haberlo hecho, Pero lo primero que surgió en mi mente fueron paradigmas filosóficos y las objeciones que hice a Riegel sobre su etapa post-formal o de las operaciones dialécticas me condujeron a la física donde aparecen ejemplos de subsunción y no de contradicción. Y si aparecen son estériles y no útiles como las subsunciones.

Pero, no veo ningún modelo psicológico en su respuesta.

Le contesté por el móvil que me llevó a utilizar modelos físicos; reconozco, que la física está más desarrollada que la psicología y, por lo tanto, los paradigmas emergentes de las grandes mentes representan de una mejor manera, a mi juicio, el pensamiento paradigmático.

Veo que es renuente a ejemplificar su quinta etapa con la psicología.

Podría hacerlo. En la Psicología contemporánea existen seis enfoques que pueden ser concebidos como paradigmas o modelos. Me refiero a los enfoques conductista, psicoanalista, guesaltista, cognitivista, humanista y biólogo. Los antiguos enfoques del siglo XIX, el estructuralismo y funcionalismo, han sido subsumidos por la psicología de la forma y de la conducta, respectivamente. Todos ellos están representados por individuos creadores que a mi juicio, manifestaron el pensamiento paradigmático en la creación de estos enfoques o escuelas. Podemos considerar al constructivismo de Piaget como un modelo que pertenece al enfoque cognitivista; aún cuando, los desarrollos de la epistemología genética, de la cual él es su creador, lo llevaron a partir con modelos biológicos en la construcción de su teoría genética; pero su posición final responde a un modelo cognitivo, no biológico.

Creo que el pensamiento paradigmático como usted lo plantea es posible que se dé concomitantemente con otras etapas de Piaget incluso antes del pensamiento abstracto o formal. ¿Qué podría decir al respecto?

Estoy de acuerdo con usted en este punto: Recuerdo que cuando era pequeño (etapa pre-escolar, cinco años) se me ocurrió pensar que lo semejante daba lo semejante (parecido al pensamiento de un filósofo pre-socrático) y al aplicarlo a los números quedaba confundido con la suma de $5+5=10$. ¿Cómo era posible que dos números semejantes (impares y por lo tanto semejantes) dieran un número diferente (par y por lo tanto no semejante a impar). Podría afirmar que a partir de los cinco años de edad ya existía una suerte de paradigma que guiaba mi pensamiento (Piaget le llamaría esquema de la etapa pre-operacional). Lo resolví simplificando el problema: $1+1=2$ (impar+impar=par) y no me preocupé más del asunto. Como mi pensamiento era pre-operatorio no tenía manera alguna de aplicar adecuadamente este pensamiento (si un caballo come pasto y nunca carne debe haber algo en el pasto que devenga en carne, pensé a los siete años utilizando el mismo paradigma). También es posible descubrir cambios paradigmáticos en relación a problemas auto-sugeridos. Así, por ejemplo, un adulto que no juega ajedrez puede utilizar un paradigma en que los aspectos subjetivos del “ganar-perder” son prepotentes; de esta forma, no puede comprender cuando un sujeto está “jugando solo” según él. Podría, este sujeto, reírse del jugador y decirle: “Te ganas solo o te pierdes solo o te haces trampa solo”. Está claro que estas afirmaciones expresan un tipo de paradigma en lo cual es imposible jugar solo un juego de ajedrez. Sin embargo, es posible jugar solo, ya que el tablero implica una dicotomía de piezas (blancas y negras); por lo tanto, si uno juega, por ejemplo, con las blancas puede ganar o perder con ese color. Literalmente es posible jugar solo. Cuando el jugador le contesta: “No juego solo, estoy analizando una partida”. Si el sujeto entiende esta respuesta está obligado a cambiar su paradigma (subjetivo) por otro (objetivo) que implique la idea de análisis. Con lo dicho, debo reconocer que el ser humano utiliza paradigmas desde etapas

tempranas de su desarrollo intelectual. No obstante, para mí la etapa del pensamiento paradigmático, en cuanto última, se caracteriza por la creación de nuevos paradigmas que permiten el avance del pensamiento propiamente tal. Eso no lo da el pensamiento abstracto aunque resulte esencial para la creación de paradigmas en esta última etapa que implique crítica de cualquier paradigma.

¿A qué edad pondría usted la formación del pensamiento paradigmático?

Permítame un alcance preliminar; siguiendo la línea de pensamiento de Piaget, me inclino a pensar que el pensamiento paradigmático propiamente tal se da cuando el niño pequeño pasa imperceptiblemente de las intuiciones sensibles a las intuiciones intelectuales. El niño no separa las intuiciones. El pensamiento intuitivo según Piaget, está fijado en la etapa preoperacional (2 a 7 años). Quisiera esclarecer al lector la diferencia entre una intuición sensible y una intelectual, sobre todo, cuando algunas corrientes de pensamiento filosófico no aceptan la intuición intelectual, sino sólo la sensible, como el pensamiento escolástico. Una intuición sensible es la captación, por medio de los sentidos, de un objeto (color, forma, olor, sabor, sonido, etc.). Una intuición intelectual está referida a los objetos sobre la base de una captación esencial de ellos. Por eso se suele hablar a veces de intuición esencial. Así Husserl, en su fenomenología ha desarrollado la intuición esencial como herramienta básica en la descripción de los fenómenos de conciencia. Entiendo que el niño pequeño no discrimina la diferencia entre una intuición sensible de una intelectual. Simplemente su mundo psicológico pasa indistintamente por intuiciones sensibles o intelectuales utilizándolas de la misma manera. No median procesos de razonamiento en ellas, sino simplemente procesos que forman patrones guías o paradigmas de pensamiento. Así, un niño puede haber aprendido, por medio del lenguaje hispano, que lo primero es más importante que lo último (porque los sustantivos son percibidos como más importantes que los adjetivos.), y otro niño puede haber aprendido por medio del lenguaje alemán, que lo

último es más importante que lo primero (por el mismo motivo). Ambos niños pueden aplicar mal este paradigma a las matemáticas, y al desconocer que el orden de los factores no altera el producto frente a la pregunta: ¿Qué es más grande (suma o multiplicación)? El primero dirá que es más grande el resultado que implica al primer factor como mayor que el segundo, $(7+2=X)$ y el segundo dirá que es más grande el resultado que implica al último factor como mayor que el primero $(2+7=X)$. Aún con niños mayores, es posible demostrar esta influencia paradigmática al utilizar ejemplos con multiplicaciones. $(777 \times 222=X$ versus $222 \times 777=X$ o 777×22 versus 22×777 etc.). Al no poder calcular fácilmente el niño tiende a guiarse por su modelo lingüístico.

Otro ejemplo interesante resulta de la tendencia de los niños a regularizar los verbos irregulares (en casi cualquier idioma). Recuerdo que un niño de 3 años dijo: “Yo no cabo aquí”. Yo le dije, simplemente, “yo no quepo aquí”. El niño me miró confuso. Entonces, para examinar si él se guiaba por un patrón lingüístico le conjugué un verbo diciéndole: “Yo no quepo, tu no cabes, él no cabe”, y el niño, iluminado por esto, me dice con mucho énfasis: “**Yo no cabo**, tu no cabes, él no cabe”. Decido no darle información alguna, y simplemente repito la frase correctamente conjugada. El niño repite su oración con más énfasis; cuando yo, estoicamente, digo mi frase por tercera vez, el niño me mira a los ojos y me dice: “Que eres tonto tú”. Mi hermana, cuando era pequeña, fue sometida a la misma situación, a los 5 años de edad, y dijo: “Es que a mi todavía no me han enseñado el verbo *“queper”*”.

Estos ejemplos muestran que el pensamiento paradigmático se hace evidente con el aprendizaje del lenguaje. Está claro, además, que el niño no es capaz de criticar o analizar los paradigmas por los cuales se guía, como tampoco es capaz de distinguir sus intuiciones sensibles de sus intuiciones intelectuales. Esbozos del pensamiento paradigmático aparecen con la imitación. Cuando el niño logra la noción de objeto, éste deviene un modelo desde el punto de vista del pensamiento

analógico. Por consiguiente, como esta adquisición significa el final de la etapa sensorio-motora y, por lo tanto, comienzo de la etapa pre-operacional, estimo que el comienzo de la formación del pensamiento paradigmático se situaría al comienzo de esta segunda etapa piagetiana o etapa intuitiva; como a veces la denomina Piaget, que se extiende de los dos a los siete años.

JUEGOS COMO EJEMPLOS SIMPLES DE PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO

AJEDREZ

Cuando un jugador bien entrenado lee una partida de ajedrez imagina los movimientos desde la posición del tablero que él elige en su imaginación de acuerdo a su personal preferencia. Corresponde también a una suerte de lectura a ciegas (sin la presencia del tablero). La construcción del tablero a gusto de él es producto de su cerebro analógico, base del pensamiento paradigmático. Ahora, si un jugador de ajedrez decide jugar a ciegas, generalmente, imagina el color de las piezas y la posición de una manera similar a un juego presencial y desde la perspectiva personal con que literalmente juega; es el cerebro analógico el que hace esto posible; en otras palabras la existencia del tablero es posible por el cerebro analógico que genera un modelo mental del tablero de ajedrez. Al comenzar a jugar son las funciones lógicas las que entran en juego permitiéndole calcular valor de las piezas, posiciones presentes y probables de acuerdo al análisis de variantes, etc. Por lo tanto, para jugar ajedrez a ciegas se necesitan los dos cerebros: el analógico y el lógico. El pensamiento paradigmático queda, por consiguiente, bien ilustrado con el juego de ajedrez a ciegas.

AJEDRÓN

Ayer (3 de agosto de 2008) imaginé un tablero de 100 casilleros en lugar del tablero de 64 casilleros del ajedrez. En este mayor espacio habría 20 piezas por lado en vez de 16, de tal manera que, el espacio correspondiente al 50% que ocupan las 32 piezas de ajedrez queda reducido a un 40% al ocupado por estas 40 piezas. Habría 10 peones por lado en vez de 8 y dos piezas nuevas que tendrían el valor de juego que se quiera asignarles incluyendo su posición inicial. Podemos poner una en el casillero inmediato al rey blanco a su derecha (siguiendo la nomenclatura algebraica quedaría en g1) y la otra en el casillero inmediato a la dama blanca a su izquierda (en d1). En este tablero, la reina (dama) y el rey blanco quedarían situados en el centro en los casilleros **e1** y **f1**, respectivamente, y en **e10** y **f10** en el caso de las piezas negras. Podemos asignarle un nombre a estas dos nuevas piezas adyacentes a la reina y al rey. El de ministros me parece adecuado y como decidí otorgarle un poder de movimiento diferente llamaremos a la pieza adyacente al lado izquierdo de la reina blanca, ministro de la reina o ministra y ministro del rey o, simplemente, ministro a la pieza adyacente al lado derecho del rey blanco. Un jugador de ajedrez que tiene cierta capacidad para jugar a ciegas notará inmediatamente que la nueva posición del rey y de la reina ocupan casillas de color diferente al ajedrez; son ahora, la ministra y el ministro los que ocupan casilleros con colores iguales al ocupado por las piezas centrales (dama y rey) en el ajedrez; sin embargo, las piezas restantes mantienen los mismos colores (torre, caballo y alfil del rey como torre, caballo y alfil de la dama para las piezas blancas y negras respectivamente); de tal manera que los alfiles mantienen su color y posición relativa. Para el caso de las piezas negras la situación es relativamente igual; es la ministra la que ocupa un casillero de color negro (d10) y el ministro el que ocupa un casillero de color blanco (g10). En relación al valor de las nuevas piezas, le asignaremos a la ministra el movimiento conjugado del alfil y del caballo (así como la dama tiene el movimiento conjugado de la

torre y del alfil al moverse en todas direcciones) y al ministro el movimiento conjugado del alfil, del caballo y de la torre (o el movimiento conjugado de la dama y del caballo). Las demás piezas tendrán el mismo valor que las piezas de ajedrez. Como el valor de los ministros agrega un poder de movimiento mayor a este nuevo juego, le podríamos llamar ajedrón. Cualquiera que juegue este nuevo juego o ajedrón, notará que los caballos y peones (aunque el valor potencial de los peones al coronar también aumenta) disminuyen su valor relativo comparado con el resto de las piezas con excepción del rey que también disminuye su valor relativo ($8/64$ para el ajedrez y $8/100$ para el ajedrón). Imagino que jugar ajedrón resultará relativamente interesante; tal vez, tan interesante como jugar ajedrez.

Hoy (14 de agosto de 2008) he decidido cambiar el valor del ministro. En vez de tener el valor combinado del alfil, del caballo y de la torre tendrá solamente el valor combinado del caballo y de la torre; de esta forma, dejará de ser la pieza de mayor valor y será la reina o dama la pieza de mayor valor como en el ajedrez. Por lo demás, imagino que el valor que tenía el ministro era demasiado avasallador quitándole al juego cierta perspicacia combinatoria que permitiría una pieza de menor valor. Así, imagino que jugar ajedrón con este nuevo valor para el ministro puede resultar tal vez más interesante porque el valor combinatorio de las piezas resulta más equilibrado al combinar estas dos nuevas piezas el valor de dos piezas como ya lo hace la reina en el ajedrez. De esta manera, podría adelantar que en el ajedrón, la pieza de mayor valor sería la reina (movimiento combinado de torre y alfil) seguiría el ministro (movimiento combinado de torre y caballo) y luego la ministra (movimiento combinado de alfil y caballo).

Hoy (28 de abril de 2009) he construido por primera vez el ajedrón. Al analizarlo, pude percatarme de la importancia del mayor espacio. El aumento en la cantidad de piezas hace también enormemente más complicado el juego al compararlo con el ajedrez. Al pretender enrocar, me percaté de que el rey podía moverse tres espacios o dos como en el ajedrez. Dejo a los

lectores la decisión de jugar el enroque con un movimiento de dos o tres casilleros para el rey.

GATO

No todas las personas juegan ajedrez y mucho menos a ciegas; pero, una gran mayoría conoce un juego que en Chile se llama **Gato**. Lo invito a usted, estimado lector, a imaginarlo de memoria. Para jugar al gato, se dibujan en un papel dos líneas paralelas horizontales con dos líneas paralelas verticales cruzadas formando un tablero con nueve casilleros. Generalmente, dos jugadores lo juegan utilizando cruces y círculos que deben ir poniéndose alternativamente en el tablero. Se juega a las intersecciones para evitar que un jugador logre llenar una línea horizontal, vertical o diagonal; puesto que, el primero que lo logra gana. De esta forma, el que comienza tiene cinco casilleros para llenar y, por ende, más posibilidades de ganar. Voy a mostrar una forma en que el segundo jugador jamás pierda. Para esto, enumeremos el tablero imaginario empezando de izquierda a derecha y de arriba a abajo con los números del 1 al 9. Al examinar las posibles variables (de la primera jugada) se descubre que hay solamente tres. Si el primer jugador hace una cruz en el casillero 1 (por rotación vale para los otros tres números 3, 7 y 9 de las esquinas) la única jugada que evita perder es hacer un círculo en el número 5 o centro del tablero. Este es el comienzo de la primera variable y lo que sigue es demasiado fácil. Si el primer jugador juega en el centro, el segundo, debe jugar en cualquier esquina para no perder y tenemos la segunda variable. Si el primer jugador hace una cruz en el número 2 (vale para los números 4, 6 u 8) el segundo, está obligado a hacer un círculo en el número 5, 8, 1 o 3 (vale para las conjugaciones de los otros tres números) y tenemos la tercera variable. En esta última, existen algunos lances del segundo jugador. Si éste contesta en el centro o 5 en esta variable, el primero tiene seis casilleros para no perder; pero, si replica en el opuesto vertical (2 versus 8) u horizontal (4 versus 6) según lo indicado por el modelo, pierde. Igualmente, en esta variable, si el segundo jugador contesta en un casillero

adyacente a 2 (1 o 3) o en los casilleros adyacentes correspondientes de 4, 6 u 8, (al primer jugador le quedan, ahora, cinco casilleros para no perder) y el primer jugador contesta, igualmente, en el opuesto vertical (2 versus 8) u horizontal (4 versus 6), pierde. También, en esta tercera variable, si el primer jugador replica en un casillero adyacente a su primera jugada (cuando el segundo jugador ha contestado en un casillero adyacente), pierde. Si no lo puede imaginar, juéguelo de la manera convencional y compruébelo. Al comprender estos ejemplos, usted ha recurrido a su pensamiento paradigmático.

CONSTRUCCIONES NUMÉRICAS QUE IMPLICAN PENSAMIENTO PARADIGMÁTICO

Podría el lector intentar comprender números muy grandes utilizando la nomenclatura mundial; con excepción de los Estados Unidos de América, la cual utiliza progresiones de tres (no de seis) para expresar los números que se multiplican por millón. Así, al utilizar progresiones de seis dígitos, un millón multiplicado por un millón es un billón y éste (10^{12}) por un millón, un trillón (10^{18}) y así sucesivamente. En cambio, la nomenclatura estadounidense multiplica el millón por mil llamando al resultado billón y éste (10^9) por mil, un trillón (10^{12}) y así, sucesivamente.

Estas nomenclaturas corresponden a paradigmas lingüísticos que funcionan bien en la vida diaria; pero, si queremos expresar números muy grandes es mejor utilizar progresiones de seis y no de tres. El paradigma lingüístico permite la retroalimentación del pensamiento en la dirección del paradigma (por eso algunos lingüistas llegaron a pensar que el lenguaje determina al pensamiento y no al revés). El pensamiento, a su vez, crea y utiliza al paradigma lingüístico, en este caso, para

pro-activar la información necesaria para avanzar en lo que el pensamiento determine (por esto último, estos lingüistas estaban parcialmente equivocados en sus afirmaciones). Sin el paradigma, me imagino al pensamiento deficitario de una herramienta comunicativa esencial; se me ocurrió la aberrante expresión de “afásicos cognitivos” (aberrante porque la afasia está asociada a problemas del pensamiento y del lenguaje) para individuos que no fueran capaces de conocer, comprender, aplicar, etc., estos paradigmas lingüísticos. Expresión más bien falsa, pero útil para expresar el paradigma faltante para pro-alimentar y retro-alimentar la información necesaria para la auto-comunicación del pensamiento a nivel individual.

Los números que suceden corresponden al uso de la nomenclatura europea o mundial con excepción de EE.UU., reitero. Al leer los números, haga un ejercicio meta-cognitivo dirigido a comprender cómo va retroalimentando su información para seguir avanzando en números cada vez mayores (tómelo como un juego; por lo tanto, en cualquier momento puede parar). Al final, cuando termine, usted también podría seguir avanzando utilizando su pensamiento pro-activo. Las denotaciones de primera, segunda, tercera generación, etc. son expresiones que ayudan a su retroalimentación, igualmente, los cambios de nombres a los números.⁸³

⁸³ La necesidad de cambiar de nombres a los números es propio de la retroalimentación humana que, junto a ella, necesita de elementos analógicos que permiten un mejor entendimiento. Para números que abren nuevas series numéricas es preciso inventar nombres; porque, el lenguaje común ya no tiene palabras para ellos y cuando las series aumentan en cantidad es conveniente utilizar nombres que permitan un fácil uso. Así, el término UNÓN se utiliza para abrir una nueva serie que inmediatamente sugiere, en las progresiones que utilizamos, un millón de nuevas series (biunón, triunón hasta millonunón) y además, abrir otras nuevas (millonunón o duón y luego, biduón, triduón hasta millonduón o treón, etc.). También, estimé conveniente (por un asunto de retroalimentación) utilizar el término generación para progresiones exponenciales; en este caso, decidí cambiar los nombres a los nombres ya inventados y referidos a la segunda y tercera generación. Primeramente, utilicé el prefijo MI para indicar, por su cantidad, la generación utilizada. De esta forma; decidí que los números que comenzaban con millón corresponderían a la primera generación. Renombré, por consiguiente, al millón como MIXÓN y el número que termina esta serie (millonillón) y que se había bautizado como UNÓN se renombró como MI-MIXÓN para indicar el comienzo de la segunda generación y el anteriormente bautizado como MILLONÓN se renombró como MI-MI-MIXÓN para indicar el comienzo de la tercera generación. En un intento por concebir números mayores que el millonón o mi-mi-mixón, me vi en la necesidad de renombrar los nombres de los números que indican los comienzos de las generaciones; porque, el recurso al prefijo MI sólo era intuitivamente útil para generaciones de no más de un dígito. Por lo tanto, utilicé una terminología aproximada a la nomenclatura griega (que hacía fácil indicar la correspondiente generación) para este rebautizo; por ejemplo, el citado millonón o mi-mi-mixón se llamó TRITONÓN, el

10^6 = millón
 10^{12} = billón
 10^{18} =trillón
 10^{30} =quintillón

10^{60} = decillón

10^{600} = centillón

10^{6000} = milillón

10^{60000} = diezmilillón

10^{600000} =cienmilillón

$10^{6000000}$ = millonillón (último de primera generación o G.1) o
 unón (comienzo de segunda generación o G.2)

$10^{12000000}$ = biunón

$10^{18000000}$ = triunón

$10^{60000000000000}$ = millonunón o duón

$10^{120000000000000}$ = biduón

$10^{180000000000000}$ = triduón

$10^{600000000000000000}$ = millonduón o treón

$10^{600000000000000000000000}$ = millontreón o cuatrón

$10^{600000000000000000000000000000}$ = milloncuatrón o cincón

$10^{1200000000000000000000000000000000}$ = bicincón

$10^{1800000000000000000000000000000000}$ = tricincón

$10^{2400000000000000000000000000000000}$ = cuatricincón

$10^{30\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000}$ = quanticincón

$10^{60\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000}$ = decicincón

$10^{6\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000}$ = milloncincón o seisión

unón o mi-mixón, DEUTONÓN y el millón o mixón, PRONÓN para indicar, este último, el comienzo de la primera generación.

[illegible]

6
10 = millón = pronón (G. 1)
(mixón).

6
6. 10
10 = 10⁶⁰⁰⁰⁰⁰⁰ = millonillón (final de G.1)
o unón o deutonón (comienzo de G. 2)
(mi-mixón).
(=10 elevado a 6 millones = Un millón elevado a un millón)
(Este número tiene seis millones de ceros; es decir, un uno
seguido de 6 millones de ceros).

$$10^{12.10^6} = 10^{12000000} = \text{biunón o duodeutonón (G. 2)} \\ (=10 \text{ elevado a 12 millones}) \\ (\text{bi-mixón}).$$

$10^{6 \cdot 10^{12}} = 10^{6000000000000} = \text{duón o deutoduón (G. 2)}$
 (=10 elevado a 6 billones)
 (mi-bixón).

$10^{12.10} = 10^{1200000000000} = \text{biduón o duodeutoduonón (G. 2)}$
 (=10 elevado a 12 billones)
 (bi-bixón).

$$10^{6 \cdot 10^{18}} = 10^{6000000000000000000} = \text{treón o deutotrinón (G. 2)} \\ (=10 \text{ elevado a 6 trillones}) \\ (\text{mi-trixón}).$$

$$10^{18} = 10^{18000000000000000000} = \text{tricuatrón o trideutotetrón (G. 2)}$$

(=10 elevado a 18 cuatrillones)
(tri-cuatrón).

99

(=10 elevado a 12 quintillones)
(bi-quintixón).
(Este número tiene doce quintillones de ceros).

$$10^{60.10} = 10^{60} \cdot 10^{0.10} = 10^{60} \cdot 1.25892541179$$

Decicincón o decadeutopentón (G.2)
(=10 elevado a 60 quintillones)
(deci-quintixón).
(Este número tiene sesenta quintillones de ceros).

$$10^{60} = 10^{60\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000\ 000000}$$

Decidiezón o decadeutodecón(G.2)
(=10 elevado a 60 decillones)
(deci-decixón).
(Este número tiene sesenta decillones de ceros; es decir, un uno seguido de sesenta decillones de ceros).

				6
				6.10
60000000			6.10	
6.10			6.10	
10	(G2)	= 10	=	millonón o tritonón (G.3)
				(mi-mi-mixón).
(Final de G.2)				(Comienzo de G.3)

6
6.10
6 .10
10 = millonón o tritonón (comienzo de G.3)
(= 10 elevado a 6 unones o deutonones)
(mi-mi-mixón).
(Un millón elevado a un millón elevado a un millón).
(Este número tiene seis unones de ceros; es decir, un 1 seguido
de 6 unones o deutonones de ceros).

10^{12} = billonón o duotritonón (G.3)
 (= 10 elevado a 12 unones o deutonones)
 (bi-mi-mixón).

$$10^{18} \cdot 10^6 = \text{trillionón} \text{ o tritritonón (G.3)}$$

(= 10 elevado a 18 unones o deutonones)
(tri-mi-mixón).

6
12.10
6.10
10 = mi- bi-lonón o tritoduonón (G.3)
(= 10 elevado a 6 biunones o duodeutonones)
(mi-bi-mixón).

6
18.10
6.10
10 = mi- tri-lonón o tritotrinón (G.3)
(= 10 elevado a 6 triunones o trideutonones)
(mi-tri-mixón).

12
6.10
6 .10
10 = millobinón o tritonoduón (G.3)
(= 10 elevado a 6 duones)
(mi-mi-bixón).

12
6.10
12.10
10 = billobinón o duotritonoduón (G.3)
(= 10 elevado a 12 duones)
(bi-mi-bixón).

12
12.10
12.10
10 = billobibinón o duotritoduonoduón (G.3)
(= 10 elevado a 12 biduones)
(bi-bi-bixón).

18
6.10
6 .10
10 = millotrinón o tritonotrín (G.3)
(= 10 elevado a 6 treones)
(mi-mi-trixón).

18
6.10
18 .10
10 = trillotrinón o tritritonotrín (G.3)

(= 10 elevado a 18 treones)
(tri-mi-trixón).

18
18.10
18 .10
10 = trillotritrinón o tritritotrinotrín (G.3)
(= 10 elevado a 18 tritreones)
(tri-tri-trixón).

30
6.10
6 .10
10 = milloquintinón o tritonopentón (G.3)
(= 10 elevado a 6 cincones)
(mi-mi-quintixón).

60
6.10
6 .10
10 = millodecinón o tritonodecón (G.3)
(= 10 elevado a 6 diezones)
(mi-mi-decixón).

600
6.10
6 .10
10 = millocentinón o tritonohekatón (G.3)
(= 10 elevado a 6 cienones)
(mi-mi-centixón).

6000
6.10
6 .10
10 = millomilinón o tritonokilón (G.3)
(= 10 elevado a 6 milones)
(mi-mi-milixón).

6000
6000.10
6000 .10
10 = milimillomilimilinón o kilotritokilonokilón (G.3)
(= 10 elevado a 1000 milimilones)
(mili-mili-milixón).

6
6000000
6.10
6.10
6.10
10 = 10 = tetronón (G.4)

	(mi-mi-mi-mixón).
(Final de G. 3)	(Comienzo de G.4).

6
6. 10
6.10
6. 10
10

= tetronón (comienzo de G. 4)
(mi- mi-mi-mixón).
(=10 elevado a 6 tritonones o millonones)

(Un millón elevado a un millón elevado a un millón elevado a un millón)
(Este número tiene seis millonones o tritonones de ceros; es decir, un 1 seguido de 6 tritonones o millonones de ceros).

6
6.10
6. 10
6.10
6. 10
10

= pentonón (G. 5)

6
6.10
6.10
6.10
6.10
6.10
6.10
6. 10
6.10
6. 10
10

= deconón (G.10)

X	= millononón. (G.1000000)
---	---------------------------

Una progresión en que los exponentes de las potencias de 6 elevan a otra potencia, siendo el tritonón la tercera y el tetronón la cuarta (el tetronón es 10 elevado a 6 tritonones o millonones tal como el tritonón es 10 elevado a 6 unones o deutonones y el deutonón o unón es 10 elevado a 6 millones), hasta llegar a la millonésima generación (G 1000000) se llamará millononón⁸⁴.

He denominado generaciones a las progresiones exponenciales utilizadas (cuando el exponente de una potencia eleva a otra potencia) de tal manera que, los números iniciales de la quinta, décima y millonésima generación se llaman, respectivamente, pentonón, deconón y millononón.

Evidentemente, el lector tiene todo el derecho a evitar esta lectura numérica. Generalmente, los libros llenos de fórmulas son mucho menos leídos que los libros sin fórmulas. Esto manifiesta en forma indirecta, que los intereses y capacidades son diferentes. Hay distintos tipos de públicos en relación con los intereses y las

⁸⁴ Es posible que una persona pueda decir: ¡Bien! ahora puedo seguir avanzando y llegar a la millononononésima generación, así como el billón me da la billonésima, el quintillón la quintillonésima, el millononón me dará la millononononésima generación etc. Esto es posible; pero, ¡cuidado! Cuando se habla de progresiones exponenciales, éstas crecen asombrosamente; así, la primera generación termina con el millonillón o unón y que hemos rebautizado como deutonón para indicar que con él comienza la segunda generación; por lo tanto, billón, trillón, cuatrillón, decillón, etc., sólo corresponden a números de la primera generación y la tercera generación que comienza con el millonón fue rebautizado como tritonón indicando la tercera generación; por consiguiente; la cuarta generación cuyo número inicial se ha llamado, aquí tetronón

$$\begin{array}{c}
 6 \\
 6 \cdot 10 \\
 6 \cdot 10 \\
 6 \cdot 10 \\
 10
 \end{array}$$

es tan grande que no resulta fácil nombrar siquiera los comienzos de las series intermedias de su generación. Así que, la millononononésima generación además de una adecuada proalimentación para concebirla necesita también de una correspondiente adecuada retroalimentación para entenderla.

capacidades. La combinación de ambas variables disminuye aún más la cantidad de públicos.

El mostrar con un ejemplo numérico como el pensamiento humano utiliza los paradigmas lingüísticos deja en evidencia la importancia del pensamiento paradigmático. No sólo es necesario para el uso del pensamiento mismo en cuanto éste es pro-activo y retro-activo; sino que, de paso se soslaya con este ejemplo, la antigua discusión que mantuvo Sapir⁸⁵, un lingüista que afirmaba que era el lenguaje el que determinaba al pensamiento y no al revés. Se puede afirmar, sobre la base de este ejemplo, que el lenguaje determina al pensamiento en cuanto le permite una retroalimentación (en la dirección del lenguaje que el individuo ha aprendido a utilizar); pero, a su vez, el pensamiento determina al lenguaje en cuanto éste es creado por aquel y utilizándolo además de forma pro-activa. La base paradigmática que otorga el cerebro analógico estaría apoyando la influencia del lenguaje sobre el pensamiento, vía retroalimentación, reitero.

Este crecimiento del poder de la inteligencia humana capaz de crear paradigmas es lo que me ha hecho pensar que algunos humanos avanzan a una quinta etapa superior a la cuarta etapa o de las operaciones abstractas como la concibiera Piaget sobre la base de paradigmas ya contruidos; aún cuando, los paradigmas no sean tomados en cuenta, como ya lo hemos documentado debido a que el pensamiento analógico no fuera directamente considerado. El pensamiento paradigmático se caracteriza en esta quinta etapa por criticar eficazmente los paradigmas existentes y crear otros nuevos que resultan útiles para el avance del pensamiento humano.

⁸⁵ Edgard Sapir (1884-1939). Antropólogo-lingüista estadounidense que afirmó que el lenguaje influye en la forma como la gente piensa. Estudió lenguajes amerindios.

CONCLUSIÓN

Pienso que la capacidad de percibir paradigmas en conflicto va íntimamente ligada a los procesos operacionales del pensamiento lógico. Utilicé los paradigmas que surgieron en oposición con el objetivo de mostrar al lector la relevancia del pensamiento paradigmático en el desarrollo de nuestra cultura; específicamente, en el desarrollo de la filosofía occidental.

El pensamiento paradigmático se da permitiendo los procesos lógicos como el aire permite respirar. Igualmente, los procesos de análisis y síntesis del pensamiento lógico se dan en un contexto analógico que sirve de base como unidad de análisis para las actividades operacionales. La síntesis final puede transformarse en un modelo explicativo que se apoya también en procesos analógicos: Se utilizan, entonces, los dos cerebros humanos: el analógico-sintético y el lógico-analítico.

Los dos cerebros trabajan juntos, también en los procesos de retroalimentación y pro-alimentación. Hemos visto ejemplos numéricos basados en paradigmas lingüísticos que permiten tomar conciencia de la retroalimentación y de la pro-alimentación posibilitando el seguir concibiendo números cada vez mayores en un proceso indefinido. Ambos procesos están tan íntimamente ligados que se ha dudado de quién determina a quién: el lenguaje o el pensamiento. En cuanto pro-acción nos hemos decidido por el pensamiento dejando, empero, a la retroacción ligada al lenguaje como elemento paradigmático esencial para que el individuo se comunique consigo mismo.

Resta decir que el pensamiento paradigmático abre una línea en el desarrollo del estudio de la inteligencia humana que no

debe ser descuidada. Veo en los estudios de Gardner y colaboradores un campo interesante asociado con el cerebro analógico; puesto que él establece la inteligencia logico-matemática y la inteligencia naturalista como inteligencias múltiples del ser humano referidas al pensamiento lógico de tipo deductivo e inductivo, respectivamente, que ocupan un lugar específico del cerebro; por lo que necesariamente deben darse apoyadas por el cerebro analógico fijando, a la fecha, otras seis inteligencias independientes que por sus descripciones apuntan a aspectos específicos del cerebro analógico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, X (2004). Teoría de supercuerdas/Teoría M.
Ver en Google: Dualidad S.
SUPERSTRINGS THEORIES/M THEORY.
www. Fis, cinvestav, MX/
xamador/Artikelveenskapen/SUPERSTRINGS
. Html -292k-
- Beth E. y Piaget J. (1968). *Relaciones entre la lógica formal y el pensamiento real*.
Editorial Ciencia Nueva, S. L. Madrid.
- Cohen, J. (1976). *Sensación y Percepción Visuales*.
México, Trillas, p. 31.
- Davies, P.C. W. y
Brown, J. (1990). *Supercuerdas. ¿Una teoría del todo?*
Alianza Editorial. S.A. Madrid.
- Einstein, A. (1950). *Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento*. (Publicado por primera vez en
“Annalen der Physik”, 17 p. 891; 1905).
Emecé Editores, S.A. San Martín 427, Buenos
Aires, 1950.
- Einstein, A. (1939). *LA FÍSICA Aventura del pensamiento*.
(Original inglés: *THE EVOLUTION OF*

PHYSICS Simon & Schuster Inc. New Cork,
1939)

Editorial Losada, Buenos Aires, 1939.

Gardner, H. (1983). *Frames of mind. The Theory of multiple intelligences*,
En *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*.
Traducción castellana. Fondo de Cultura Económica.
México. 1995, segunda edición, ISBN 968-16-4205-8.

Gardner, H; Feldman, D. y
Krechevsky, M. (1998a). *Project Spectrum:
Building on children's Strengths:
The Experience of Project Spectrum*.
NY: Teachers College Press.

Gribbin, J. (2000). *En busca de SUZY*.
Supersimetría, cuerdas y teoría del todo.
Editorial CRÍTICA Barcelona,
(Traducción para España y América, 2000).

Hawking, S. y
Penrose, R. (1999). *Naturaleza del espacio y el tiempo*.
Segunda edición, Impresos Universitarios
Santiago de Chile.

Hawking, S, (1998). *Historia del tiempo*.
Quinta reimpresión, CRÍTICA /Grijalbo
Mondadori, S. A.) Barcelona.

Hawking, S. (2002). *El universo en una cáscara de nuez*.
Quinta edición, Editorial Planeta, S. A.
Barcelona.

Huaquín, V; Fernández, P; Donoso, M; Dziekonski, M; González, C; Villagrán, C. y Pérez J. (2002).

Axiología en Acción.

Instituto Pedagógico de estudios de

Posgrado. . Editorial Original, México.

Husserl, E. (1962). *IDEAS relativas a una fenomenología pura y a una fenomenología fenomenológica.*

Fondo de Cultura Económica, 2ª ed. 1962.

Maier, H. (1991). *Tres teorías sobre el desarrollo del niño.*

Ericsson, Piaget y Sears.

Amorrortu editores, ISBN 950-518-401-8.

Buenos Aires.

Newton, I, (1998). *Principios matemáticos de la filosofía natural.*

I. Introducción y Libro I.

Título Original: *Philosophie naturalis principia mathematica.*

Cambridge, Colegio de la S. Trinidad, 1686.

Filosofía y Pensamiento Alianza Editorial.

Primera edición en “Alianza Universidad”: 1987,

Primera edición en “Ensayo”: 1998.

Núñez, C. (2008). ¿Qué es la teoría M?

Buscar en Google, 2008: Dualidad S.

Formato de archivo PDF/ adobe acrobat

Versión HTML

Piaget, J. (1985). *La construcción de lo real en el niño.*

Critica, Barcelona, España.

ISBN: 84-7423-265-1.

Piaget, J. (1966). *La formación del símbolo en el niño.*

Fondo de Cultura Económica, México.

- Piaget, J. y García, R. (1973). *Las explicaciones causales*.
Primera edición en español. Barral Editores.
S. A. Barcelona.
- Piaget, J. (1985). *La toma de conciencia*
Ediciones MORATA S.A.
Tercera edición. 1985.
Título original ; LA PRISE DE CONSCIENCE
Presses universitaires de France. 1974.
- Piaget, J. (1995). *Seis estudios de psicología*.
4. El papel de la noción de equilibrio en
la explicación en psicología.
Editorial Labor, cuarta edición, Colombia.
- Piaget, J. (2003a). *El nacimiento de la inteligencia en el niño*.
2da edición en BIBLIOTECA DE BOLSILLO:
Julio de 2003
ROMANIÀ/VALLS, S.A., Capellades, Barcelona.
Título original: LA NAISSANCE DE
L'INTELLIGENCE CHEZ L'ANFANT.
1977: Delachaux & Niestlé, S. A. Neuchâtel.
- Piaget, J. (2003b), *La psicología de la inteligencia*.
2da edición en BIBLIOTECA DE BOLSILLO:
Octubre de 2003
ROMANYA/VALLS. S. A., Capellades, Barcelona.
Título original: LA PSYCHOLOGIE DE
L'INTELLIGENCE.
1967 : librairie Armand Colin, Paris.
- Riegel, K.F. (1975). Toward a Dialectical Theory of
Development.
Human Development, 18, 50-64, (Cap. 16).

- Scherrer, R. (2004). Encuentra posible conexión entre materia y energía oscura.
Artículo aparecido el 8 de Julio de 2004.
Revista Axxón.
Axxon.com./ar/not/140c-140042htm-10k
En Google: *Materia y energía oscura.*
- Witten, E. (1990). Entrevista en
Supercuerdas. ¿Una teoría del todo?
Alianza Editorial. S.A. Madrid
por Davies, P.C. W. y Brown (1990).
- Zhao, H. (2008). Una nueva teoría cósmica conecta las
Fuerzas Oscuras.
Artículo aparecido el 26 de febrero de 2008.
Web. Astroseti.org
www.astroseti.org/noticia3214_una_nueva_teoria_conecta_las_fuerzas_oscuras.htm-
En Google: *Materia y energía oscura.*