

Universidad de  
**Pamplona**



**Facultad de Estudios a Distancia**

**Programas de Educación a Distancia**



# **La Construcción Lógica y Social del Conocimiento**

**Presencia con Calidad e Impacto Social**

**Pedro León Peñaranda Lozano**

Rector

**María Eugenia Velasco Espitia**

Decana Facultad de Estudios a Distancia

# Tabla de Contenidos

## PRESENTACIÓN INTRODUCCIÓN

### UNIDAD 1: CONOCIMIENTO Y ESCUELA

#### Descripción Temática

#### 1.1 Objeto, Sentidos, Razón, Conocimiento proceso de Comprensión

### UNIDAD 2: PROCESOS DE PENSAMIENTO

#### Descripción Temática

#### 2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS SEGÚN JEAN PIAGET SOBRE EL DESARROLLO COGNOSCITIVO DEL NIÑO

#### 2.2 LOS PROCESOS DE PENSAMIENTO

##### 2.2.1 Razonamiento

##### 2.2.2 Abstracción

##### 2.2.3 Generalización

##### 2.2.4 Análisis

##### 2.2.5 Gráfica

##### 2.2.6 Síntesis

#### 2.3 LA GENERALIZACIÓN

##### 2.3.1 Fases de Generalización

##### 2.3.2 Errores y Dificultades de la Generalización.

#### 2.4 HACIA EL PENSAMIENTO OPERACIONAL FORMAL

#### Proceso de Comprensión

### UNIDAD 3: Lógica Matemática

#### Descripción Temática

#### 3.1 BREVE INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA MATEMÁTICA

#### Proceso de Comprensión

### UNIDAD 4: Razonamiento

#### 4.1 CARACTERÍSTICA DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO, INDUCTIVO Y ANALÓGICO

##### 4.1.1 El Razonamiento en General

#### 4.2 TIPOS DE RAZONAMIENTO

##### 4.2.1 La Deducción

##### 4.2.2 La Inducción

##### 4.2.3 La Analogía

#### 4.3 EL ANÁLISIS Y LA SÍNTESIS

#### Proceso de Comprensión

### ANEXO 1: Epistemología Genética

## Presentación

La educación superior se ha convertido hoy día en prioridad para el gobierno Nacional y para las universidades públicas, brindando oportunidades de superación y desarrollo personal y social, sin que la población tenga que abandonar su región para merecer de este servicio educativo; prueba de ello es el espíritu de las actuales políticas educativas que se refleja en el proyecto de decreto Estándares de Calidad en Programas Académicos de Educación Superior a Distancia de la Presidencia de la República, el cual define: "Que la Educación Superior a Distancia es aquella que se caracteriza por diseñar ambientes de aprendizaje en los cuales se hace uso de mediaciones pedagógicas que permiten crear una ruptura espacio temporal en las relaciones inmediatas entre la institución de Educación Superior y el estudiante, el profesor y el estudiante, y los estudiantes entre sí"

La Educación Superior a Distancia ofrece esta cobertura y oportunidad educativa ya que su modelo está pensado para satisfacer las necesidades de toda nuestra población, en especial de los sectores menos favorecidos y para quienes las oportunidades se ven disminuidas por su situación económica y social, con actividades flexibles acordes a las posibilidades de los estudiantes.

La Universidad de Pamplona gestora de la educación y promotora de llevar servicios con calidad a las diferentes regiones, y el Centro de Educación Virtual y a Distancia de la Universidad de Pamplona, presentan los siguientes materiales de apoyo con los contenidos esperados para cada programa y les saluda como parte integral de nuestra comunidad universitaria e invita a su participación activa para trabajar en equipo en pro del aseguramiento de la calidad de la educación superior y el fortalecimiento permanente de nuestra Universidad, para contribuir colectivamente a la construcción del país que queremos; apuntando siempre hacia el cumplimiento de nuestra visión y misión como reza en el nuevo Estatuto Orgánico:

**Misión:** Formar profesionales integrales que sean agentes generadores de cambios, promotores de la paz, la dignidad humana y el desarrollo nacional.

**Visión:** La Universidad de Pamplona al finalizar la primera década del siglo XXI, deberá ser el primer centro de Educación Superior del Oriente Colombiano.

# Introducción

Aunque se reconoce hoy día la necesidad de conocer es cierto que dicha necesidad debe desarrollarse y cultivarse mediante la creación de ciertas condiciones que permitan la capacidad de indagación se mantenga como una actitud permanente y abierta.

La educación como proceso e institución, está llamada más que ninguna otra a generar las condiciones que permita no solo el acercamiento al saber, sino también al desarrollo de un ambiente que conduzca a entender y a sumir la necesidad social y personal de este conocimiento.

El material aquí presentado busca por un lado, destacar la necesidad de este conocimiento como condición necesaria en el mejoramiento del mundo y sus condiciones de vida y por otro lado, llamar la atención sobre algunas condiciones conceptuales que se requieren para que la escuela sea, precisamente, centro de cultivo de la necesidad de saber.

Por consiguiente se espera que la discusión y análisis de estos documentos no sólo conduzcan al inicio de un dialogo fecundo a cerca del nacimiento y desarrollo del conocimiento científico y su pertinencia frente a la vida, sino que también deje claro y la construcción de un tejido conceptual que luego permita avanzar. Así mismo, que la estrategia pedagógica debe ir de la mera transmisión a la construcción colectiva, eso sí, caracterizada por la participación argumentada y con claridad en el manejo de los conceptos. Por ello la necesidad de leer y discutir cuidadosamente este material.

## UNIDAD 1:

### Conocimiento y Escuela

La curiosidad por conocer el medio que lo rodea, jalonada por la sed de conocimiento y el perenne viaje de la imaginación creadora han sido connaturales al ser humano en toda su existencia y hubo, hay y habrá cierto trasfondo único en todos los campos donde se trata de comprender la realidad a la cual se pertenece.

El mito, la religión, la filosofía y la ciencia son escalas de ese esfuerzo básico por descubrir realidades que inciden directamente sobre la vida del individuo y los grupos sociopolíticos. Todos ellos son modos de razonamiento y cada uno de ellos en forma individual o por grupos han sido capaces, en el curso de la historia de localizar problemas básicos de conocimiento y de resolverlos a su manera o en casos muy especiales como el religioso construir apariencias para solucionarlos.

Es por esto que preguntas como: "Qué conocemos" "Cómo conocemos" han sido un punto de referencia importante para todas aquellas personas que a través del tiempo se han interesado por el problema del conocimiento.

Espacialmente ubicados en Grecia, y temporalmente en los períodos de los siglos VII a VI A.C, presenciamos el cambio de un pensamiento mítico a un pensamiento racional iniciándose así el despliegue intelectual de Occidente. Ya no son los dioses los que por sus caprichos ocasionan los diferentes fenómenos naturales como terremotos, rayos, lluvias y sequías, sino que estos sucesos deben tener unas causas naturales y así surgen los primeros filósofos llamados de la naturaleza, para indagar y reflexionar acerca de como son posibles los cambios de la naturaleza, y si existe una sustancia primaria única origen de todos los cambios.

Así nació la Escuela Jónica con Tales, Anaximandro y Anaxagoras. Por otro lado arménides asegura que las cosas no cambian y nada se puede convertir en otra cosa, por lo que para él, el mundo es ilusorio y sólo la razón puede decir que es el mundo, así la razón es la fuente del conocimiento (Postulado fundamental de la filosofía Racionalista).

Contrariamente al racionalismo, Heráclito sostiene que todo fluye, "Nadie se baña dos veces en el mismo río", sin embargo es el mismo río y es la contradicción lo que dinamiza la cognición.

Platón media entre estas dos posiciones, al afirmar que unas cosas cambian y otras no; lo que cambia pertenece al mundo de los sentidos o mundo material y lo que no cambia pertenece al mundo de las ideas o moldes abstractos inmutables y eternos. Es la realidad para Platón y en consecuencia conocer es recordar.

En estas condiciones el sujeto que aprende es cognitivamente pasivo, descubre los objetos de conocimiento en el mundo de las ideas.

Su alumno Aristóteles, nacido en Estagira, retoma el tema de lo que cambia y lo que no cambia pero invierte la concepción de su maestro al considerar que los moldes son el resultado de un proceso inductivo sobre lo empírico hasta llegar a la generalización, así la realidad esta en el mundo de lo sensible. No hay nada en el intelecto que no estuviese primero en los sentidos, afirmada. La filosofía aristotélica domina el panorama intelectual, filosófico y religioso hasta el Renacimiento donde los trabajos de Copérnico y Galileo se derrumban las concepciones científicas del Estagirita.

Pero el problema del conocimiento continua latente y aparecen dos grandes corrientes: La racionalista liderada por Descartes y el empirismo británico encabezado por Locke y Hume. Para este último "Todas nuestras ideas no son sino copias de nuestras impresiones o en otras palabras que nos es imposible pensar en ninguna cosa que no hayamos sentido anteriormente sea mediante los sentidos internos, sea mediante los externos".

Con el apogeo de las dos escuelas anteriormente citadas surge la figura del primer profesor universitario de la filosofía, Emmanuel Kant, quien genera una síntesis entre el empirismo y el idealismo, "El conocimiento del mundo proviene de la percepción, pero esta percepción está condicionada por nuestras estructuras cognitivas", es su postulado primario y fundamental de su pensamiento.

### 1.1 OBJETO, SENTIDOS, RAZÓN, CONOCIMIENTO

Con Kant, claramente aparece el sujeto cognoscente y el objeto del conocimiento, y el conocimiento se genera a través de la interacción entre estos dos elementos.

El sujeto nace con unas estructuras innatas sustentadas en las formas apriorísticas de sensibilidad: el Espacio y el Tiempo, los cuales le permiten al sujeto captar un objeto, pero no como una copia de la realidad porque antes debe pasar por el

tamiz de las estructuras cognoscitivas, generándose así el objeto "para mí", porque el objeto "en sí" nunca podrá ser conocido por el sujeto cognoscente.

Como consecuencia de la "crisis de los fundamentos" que afectó algunas de las ciencias en la última parte del siglo XIX se demostró que la filosofía Kantiana no podía responder a ciertos interrogantes provenientes de la ciencia, en especial su concepción del espacio fue duramente golpeada con la aparición en 1832 y 1854 de las geometrías euclidianas. Más tarde Einstein con su teoría de la relatividad corroboraría este derrumbamiento.

Pero quien definitivamente produce una ruptura epistemológica es el intelectual Jean Piaget quien a través de sus rigurosas y profundas investigaciones, y esto lo hace diferente a los otros teóricos, formula una teoría del conocimiento:

La epistemología genética. Para este epistemólogo suizo, la génesis del conocimiento está en "la acción" y son las acciones sobre los sujetos bien sean físicos o mentales, las que una vez interiorizadas producen el conocimiento pero se diferencian de la posición Kantiana en que hay un rechazo de todo apriorismo y al mismo tiempo rechaza todo reduccionismo empirista. Así pues con Jean Piaget, el sujeto es un sujeto activo, constructor de significados producto de las acciones sobre los objetos del conocimiento, sentado así las bases de la teoría constructivistas del aprendizaje.

### **Proceso de Comprensión**

Leer el artículo ANEXO 1 sobre Epistemología Genética de Luis Moreno.

Ejemplificar analíticamente la frase "Tanto el sujeto como el objeto se transforman como resultado de la acción", con un caso de aula por ejemplo: la célula, masa, fracción, oración, movimiento, etc.

## UNIDAD 2:

# Procesos de Pensamiento

La producción de conocimiento (científico) es resultado de la interacción del sujeto con el mundo real. A partir de la significación otorgada a los datos observados y mediada por la acción surgen interrogantes para cuya respuesta no son suficientes los conocimientos y experiencias hasta ahora interiorizadas.

En este proceso de búsqueda, se dan acciones de tipo físico y mental hasta llegar a la abstracción y generalización que le permite pronunciarse sobre el fenómeno observado y si la respuesta es satisfactoria brindar de nuevo un estado de "equilibrio" mental al sujeto.

A continuación se describen y ejemplifican los procesos de pensamiento como son: Razonamiento, Abstracción, Generalización, Análisis y Síntesis. Conocer la evolución de las estructuras cognoscitivas así como una manera organizada de producir conocimiento hace más fácil comprender el papel que juegan los mecanismos de adaptación y acomodación en el desarrollo educativo hasta la consolidación del pensamiento científico en nuestros estudiantes.

### 2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS SEGÚN JEAN PIAGET SOBRE EL DESARROLLO COGNOSCITIVO DEL NIÑO

A continuación se da una explicación breve y general sobre el desarrollo cognoscitivo que presenta el niño, de acuerdo a la teoría de desarrollo que marca Jean Piaget quien dedicó varios de sus trabajos al estudio de las matemáticas y por ende a la lógica. Tales estudios



van siguiendo un fundamento teórico, el cual es parte de las investigaciones sobre el desarrollo de las estructuras cognoscitivas en el niño.

El niño desde que nace, va desarrollando estructuras cognoscitivas las cuales se van configurando por medio de las experiencias. El pensamiento del niño sigue su crecimiento, llevando a cabo varias funciones especiales de coherencia como son

las de Clasificación, Simulación, Explicación y de Relación. Sin embargo estas funciones se van rehaciendo conforme a las estructuras lógicas del pensamiento, las cuales siguen su desarrollo secuencias, hasta llegar al punto de abstracción.

En este momento, cuando el pensamiento del niño trabajaría en el campo de la matemática, y que su estructura cognoscitiva puede llegar a la comprensión de la naturaleza hipotética deductiva.

Piaget concibe la inteligencia como adaptación al medio que nos rodea. Esta adaptación consiste en el equilibrio entre dos mecanismos indisolubles: La Acomodación y La Asimilación de esta misma realidad a sus estructuras. Este desarrollo va siguiendo un orden determinado, que incluye cuatro períodos de desarrollo, el Sensorio-Motor, el Preconcreto, el Concreto Y el Formal, cada uno de estos períodos está constituido por estructuras originales, las cuales se irán

construyendo a partir del paso de un estado a otro. Este estadio constituye, pues, por las estructuras que lo definen, una forma particular de Equilibrio Y la Evolución mental se efectúa en el sentido de una equilibración más avanzada. El ser humano siempre estaría en constante desarrollo cognoscitivo, por lo tanto cada experiencia nueva consistirá en restablecer un equilibrio, es decir, realizar un reajuste de estructuras.

Ahora bien, ¿Cuál es el papel que juegan la Acomodación y la Asimilación para poder llegar a un estado de equilibrio?. El niño, al irse relacionando con su medio ambiente, irá incorporando las experiencias a su propia actividad, y es aquí donde interviene el mecanismo de la Asimilación puesto que el niño asimilaría el medio externo a sus estructuras cognoscitivas ya construidas, sin embargo las tendrá que reajustar con las experiencias ya obtenidas, lo que provoca una transformación de estructuras, es decir, se dará el mecanismo de la Acomodación.

No obstante, para que el pensamiento pase a otros niveles de desarrollo, deberá presentarse un tercer mecanismo, se trata del "Equilibrio", el cual da un balance que surge entre el medio externo y las estructuras internas del pensamiento.

La Asimilación de los objetos externos es progresiva y se realiza por medio de todas las funciones del pensamiento, a saber la Percepción, la Memoria, la Inteligencia, Práctica, el Pensamiento Intuitivo Y la Inteligencia Lógica. Todas estas asimilaciones que implican una Acomodación, van generando una adaptación al equilibrio, lo cual conlleva una adaptación cada vez mas adecuada al medio ambiente.

## 2.2 LOS PROCESOS DE PENSAMIENTO

### 2.2.1 Razonamiento

La acción de ordenar ideas en la mente para llegar a una conclusión.

#### Razonamiento Inductivo

Se observa que una propiedad es verdadera para cada caso que se verifica. Se generaliza que será verdadera para todos los casos y se comprueba. Ejemplo: "Un doctor debe ser muy cuidadoso para diagnosticar una enfermedad específica. Debe hacer una investigación sistemática de todos los factores que pueden influir en la enfermedad. Debe anotar todos los síntomas, sin excluir nada, hasta que haya probado cuales son irrelevantes. El doctor clasifica, examina, y combina adecuadamente los hechos hasta que finalmente obtiene el diagnostico que lo capacita para curar el paciente. Un razonamiento de esta clase es inductivo, generalmente, para verificar una conclusión lograda por razonamiento inductivo, el investigador hace repeticiones del experimento".

#### Razonamiento Deductivo

Se empieza con las condiciones dadas (hipótesis), se justifica cada paso en el proceso de argumentación y se afirma la conclusión. Ejemplo: En el proceso deductivo la forma es mas importante que el contenido mismos de3 los enunciados.

Las conclusiones obtenidas por un razonamiento deductivo son independientes de la naturaleza de los elementos relacionados y están completamente desconectados de las opiniones, creencias, hechos, sentimientos o emociones que de cualquier manera estén relacionados con estos elementos.

Al interior de la didáctica de la matemática, se recomienda trabajar en geometría las demostraciones como medio para potenciar este tipo de razonamiento. Un ejemplo de esta situación la tendríamos si los axiomas de nuestro sistema fueran los siguientes:

- Axioma 1:Mañana llueve.
- Axioma 2. Si mañana llueve, no voy a clase.
- Axioma 3. Si no voy a clase, no entiendo.
- Axioma 4:Si no entiendo, me rajo en el parcial.

La siguiente es la representación grafica de la demostración de " Me rajo en el parcial ", que viene siendo un teorema.



Como vemos a partir de un axioma dado “Mañana llueve”, se organiza una secuencia lógica de enunciados (utilizando los demás axiomas) buscando llegar a la conclusión pedida.

### 2.2.2 Abstracción

Actividad cognitiva que determina la distancia existente entre un acto u operación mental y los objetos un acontecimientos a los que se aplica. El nivel de abstracción mide el alejamiento de lo perceptivo con relación a la operación mental interiorizadas.

#### Abstracción Cognoscitiva

La abstracción física que se realiza a partir de las propiedades de un objeto.  
Ejemplo: ¿Cual de los siguientes recipientes contiene mas líquido?



Para este ejemplo, Piaget demostró que los niños mas pequeños, tendían en general a juzgar la cantidad basándose nada mas en una dimensión, normalmente la altura. También se puede observar que la mayoría no consideran la posibilidad de la igualdad de volumen independientemente de la forma de los recipientes.

#### Abstracción Lógico Matemática

Debida a la reflexión sobre las acciones que efectuamos con los objetos. Ejemplo: Al colocarle a Juan las siguientes sumas, el niño escribió lo siguiente:

379	427	16
16	379	427
+427	+ 16	+ 379
<u>822</u>	<u>822</u>	<u>822</u>

A las preguntas:

¿ Se tienen los mismos números, no debería obtenerse el mismo resultado?, El niño respondió no, porque están intercambiando unos con otros y a veces unos números son mas difíciles que otros

¿Qué le sucede al resultado? Que se puede hacer mas grande o mas pequeño. Parece que a Juan ha estado tan preocupado por los detalles de rutina de computo que no ha tenido oportunidad o estimulo para abstraer importantes propiedades de las operaciones y de los números.

### 2.2.3 Generalización

Capacidad inductiva de aplicar los conocimientos a situaciones complejas, exige un alto nivel de Abstracción. Estadio autónomo donde los signos actúan con significado propio para describir las regularidades observadas y el comportamiento de patrones. Ejemplo: Cabe destacar que normalmente se encuentran ejemplos al interior de la matemática, pues, el mismo Piaget recurrió a las estructuras más generales de la matemática (algebraicas, de orden y topológicas) para explicar las condiciones de funcionamiento de las "Estructuras Operatorias Mentales". El siguiente, es un ejercicio conducente a la generalización de patrones, actividad propia en la enseñanza del Álgebra Escolar. Se muestra a manera de ilustración los procesos seguidos en la solución de un problema.

Observe las siguientes figuras : N° de Puntos

• 1

• • 4  
• •

• • • 9  
• • •  
• • •

¿Cuántos puntos van en la figura número 4?

Dibujar la figura número 5 y dar el número total de puntos.

Dibujar la figura número 5 y dar el número total de puntos.

Imaginar que se puede seguir dibujando figuras hasta la número m. ¿Cuántos puntos en total tendrá la figura número m?

Si para hacer las figuras del ejercicio anterior se van agregando puntos:

¿Cuántos puntos se deben agregar para pasar de la Figura 1 a la Figura 2?

¿Cuántos puntos se deben agregar para pasar de la Figura 2 a la Figura 3?

¿Cuántos puntos se deben agregar para pasar de la Figura m a la Figura siguiente?

Describir cómo crece la secuencia.

Escribir una fórmula que muestre cómo se van agregando puntos hasta llegar a la Figura m. Idear un medio que permita evaluar la validez de la fórmula

La Ciencia Cognitiva nos enseña que el circuito que cubre la actividad cognoscente de hechos, y tras una secuencia inductiva de conjeturas y generalizaciones, vuelve a ella mediante la verificación. Este circuito se toma semejante al formado por los cuatro procesos considerados como la columna vertebral de la actividad matemática: especializar, conjeturar, generalizar (abstraer) y convencer.

En el desarrollo del ejemplo anterior podemos evidenciar la materialización de estos procesos:

Especializar, una significativa forma de atacar el problema es el de explorarlo por medio de ejemplos concretos y particulares a fin de acercarse inductivamente a la solución.

Una vez examinados estos ejemplos y apoyados en significativas y eficaces representaciones, conjeturar acerca del número de puntos en una figura genérica.

La conjetura es producto de la búsqueda y apropiación de un patrón.

La apropiación del patrón o de una regularidad y semejanza, permite enunciar una generalización (que es producto de la abstracción)

Para que la generalización tenga sentido, ésta debe trascender de lo personal a lo público, y debe "convencer" a los demás a través de, no sólo al demostración y verificación, sino también el cuestionamientos y la refutación. Este "convencer" consolida el aprendizaje por medio de la transferencia y confrontación a y con nuevas situaciones.

### **2.2.4 Análisis**

Operación mental que se fundamenta en la capacidad para percibir y diferenciar las características presentes en un objeto o situación planteada. Habilidad básica de pensamiento que implica clarificar la información, examinando las partes y la relación entre los diferentes elementos de un problema complejo.

Supone realizar discriminaciones, buscar semejanzas y diferencias, buscar ejemplos y contra ejemplos, precisar el lenguaje para construir la definición. Ejemplo: La siguiente actividad consiste en cómo lograr la comprensión de definiciones por medio de ejemplos y contra ejemplos.

### **2.2.5 Gráfica**

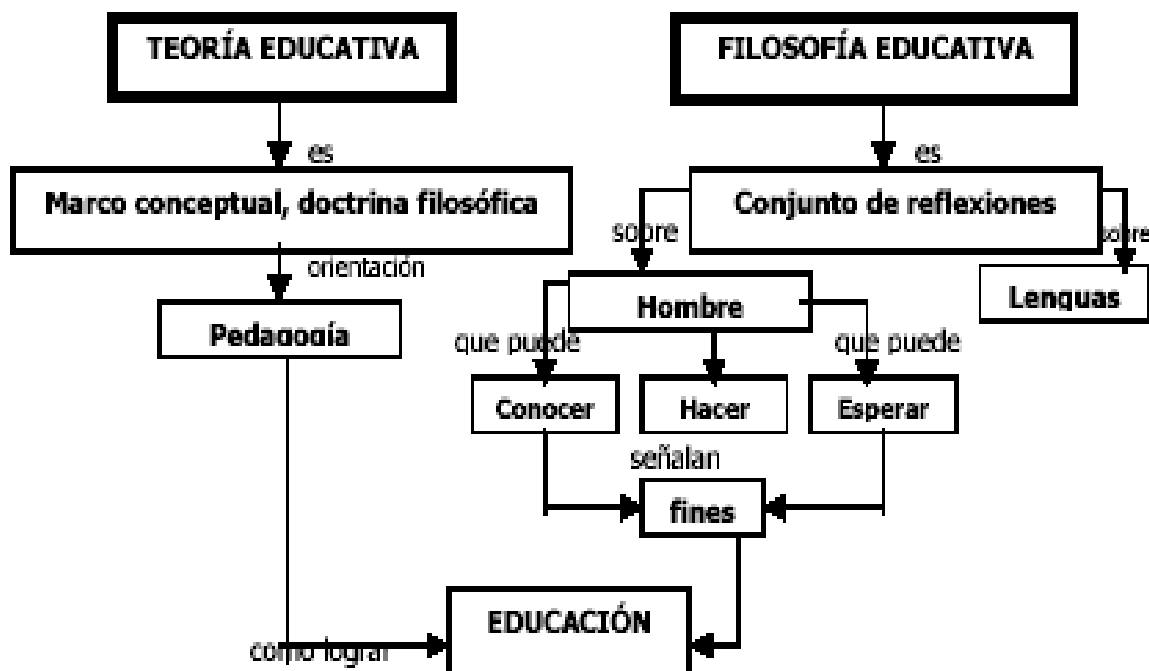
Hershkowitz, Bruckheimer, Vinner (1987)

El ejercicio sugiere una forma de acercamiento a la actividad geométrica escolar a partir de un modelo que se desarrolla en varias etapas y que parte de lo intuitivo para llegar a lo formal.

### **2.2.6 Síntesis**

Operación mental por la que integramos los elementos fundamentales de un todo. Capacidad de relación de las partes de un todo. Se da al final del proceso de aprendizaje sobre un concepto, tema o núcleo temático, se sitúan allí las fases de recuerdo, desempeño y realimentación.

Por ejemplo, después de leer el artículo de FULLAT ( 1983), Filosofías de la educación, una síntesis de su contenido se puede mostrar a través del siguiente mapa conceptual:



## 2.3 LA GENERALIZACIÓN

Uno de los procesos esenciales de la actividad matemática y de la ciencia en general, es la generalización. El establecimiento de proposiciones, la resolución de problemas, entre otras actividades requieren de dicho proceso. La expresión de las relaciones cuantitativas, en lenguaje natural o simbólico, hace posible razonar sobre estas relaciones, compararlas, deducir otras, etc.

La generalización en muchas ocasiones lleva consigo un proceso de abstracción muy elevado, de cierta dificultad. No en vano la capacidad para apreciar lo general es utilizada a menudo como uno de los indicadores de la inteligencia y por ello, los instrumentos que suelen utilizarse para medirla suelen contener un buen número de cuestiones en los que ha de ponerse manifiesto. Ver y expresar los aspectos generales tiene en sí mismo, como una ponente actividad intelectual que tiene que ponerse en juego en muchas ocasiones. Pero es además una capacidad para desarrollarse.

### 2.3.1 Fases de Generalización

Ver

Es un proceso mental por el cual la estructura, el modelo aparece claramente, interrelacionado los diversos elementos, permitiendo por tanto observar la situación de una forma diferente, con una nueva perspectiva. Se trata de distinguir entre lo que es propio de cada situación, de cada ejemplo, y lo que es común a todos ellos.

## Describir

Utilizar el lenguaje natural para expresar en forma oral o por escrito, con precisión, la propiedad general que se ha obtenido.

## Escribir

Fase avanzada del proceso, exige un esfuerzo mayor que la expresión oral, pero es más fácil de analizar y de discutir y permite llegar a más personas. Registrar por escrito una expresión que resuma todas las situaciones o relaciones no significa necesariamente escribir una expresión simbólica, se puede utilizar palabras, dibujos, símbolos, combinaciones entre estos, etc.

### 2.3.2 Errores y Dificultades de la Generalización

La tarea de encontrar términos generales y llegar a su expresión simbólica resulta, a menudo, difícil para muchos estudiantes. La dificultad estriba casi siempre en la manera de abordar y enfocar el problema, sobre todo cuando se trata de los primeros contactos con series o secuencias que crecen, como el ejemplo antes mencionado. La observación es necesaria para estudiar las primeras estructuras, leyes, propiedades de los ejemplos. El resultado de esta observación puede ser un conjunto muy amplio de datos. A veces, es difícil retener en la memoria a corto plazo las distintas propiedades que configuran la estructura que será la que "ilumine" la solución. En estos casos los estudiantes reducen el campo de observación y se quedan únicamente con una parte de las propiedades, que toman por característica. Incluso algunos tratan de generalizar y comprueban que se cumplen estas propiedades parciales en los demás casos, pueden concluir que su cumplimiento caracteriza toda la serie. En otras palabras se confunde lo necesario con lo suficiente.

En otros las propiedades observadas son irrelevantes, pero llaman lo suficientemente la atención del alumno, que con ello resuelve su problema y encuentra una solución.

También puede haber errores en la comprobación de las hipótesis, al hacerlo sólo con unos pocos casos en los cuales casualmente se cumplen.

Otra fuente de errores puede darse en la escritura, al hacer traducciones del lenguaje verbal a la simbolización.

La Generalización Abusiva es conocida como regla o propiedad, se trata de ampliar el ámbito de aplicación a un campo en el que no se había definido. Ejemplo: cuando los estudiantes aprenden la regla para multiplicar fracciones:

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{3}{7} = \frac{1 \cdot 3}{5 \cdot 7} = \frac{3}{35}$$

Entonces resuelven las sumas de fracciones de igual forma:



$$\frac{2}{3} + \frac{1}{5} = \frac{2+1}{3+5} = \frac{5}{8}$$

## 2.4 HACIA EL PENSAMIENTO OPERACIONAL FORMAL

La propiedad más importante del pensamiento operacional formal es la distinción entre lo real y lo posible. El adolescente al comenzar la consideración de un problema trata de prever todas las relaciones que podrían tener validez respecto a los datos y luego intenta mediante la experimentación el análisis lógico cuáles de estas relaciones posibles tiene validez real. De este modo la realidad es vista como la parte que "es" de la totalidad de lo que "podría ser" parte que al sujeto le toca descubrir.

El niño que no ha llegado al pensamiento formal, descubre estas relaciones a medida que las aplica a los datos para él no tiene sentido las relaciones posibles, sino las reales, las que ha comprobado con datos ya que no posee la técnica para generar todas estas relaciones posibles. Esta deficiencia le incapacita para aplicar el método científico con todo rigor.

Otra característica del pensamiento formal es la de ser un pensamiento proposicional. Las entidades que maneja el adolescente no son los datos de la realidad en bruto, sino afirmaciones o enunciados (proposiciones) que contienen estos datos. El adolescente toma los datos de la realidad, enuncia proposiciones referidas a estos datos y luego establece diversos tipos de vínculos lógicos entre ellos (implicaciones, conjunción, identidad, disyunción, etc.). Esto indica que está haciendo un paso a la abstracción de la realidad.

### Proceso de Comprensión

Los procesos de pensamiento se desarrollan utilizando diversas estrategias según el área de conocimiento tratada: Ciencias Naturales, Matemáticas, Ciencias Sociales, lengua Castellana y Literatura. A continuación aparece la lista de enunciados que se deben desarrollar, indicando la secuencia de etapas utilizadas en cada caso.

- Idear un medio que permita calcular el número de diagonales de un polígono, dado el número de sus vértices.
- Elegir un fenómeno natural propio de la razón donde vive, a partir de este seleccionar un problema y continuar aplicando el método científico al mismo.
- Escribir un ensayo (2) páginas, sobre un tema de interés inherente a la actividad docente.

## UNIDAD 3:

# Lógica Matemática

Las palabras "Lógica" y "Lógico" son familiares para todos, a menudo se habla de una conducta "Lógica" como contrapuesta a una conducta "Ilógica", de un procedimiento "Lógico" como contrapuesto a uno "Ilógico", de explicación "Lógica", de espíritu "Lógico", etc. En todos estos casos, la palabra "Lógica" es usada fundamentalmente en el mismo sentido que "Razonable". Una persona con espíritu lógico es una persona "Razonable", un procedimiento "no razonable" es aquel que es "Ilógico". Puede considerarse que todos estos sentidos derivan de otro mas técnico de los términos "Lógico" e "Ilógico" destinado a caracterizar los "Razonamientos"

### 3.1 BREVE INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA MATEMÁTICA

El estudio de la Lógica es el estudio de los Métodos y los Principios usados para distinguir el Razonamiento Correcto del Incorrecto. La distinción entre el razonamiento correcto y el incorrecto es el problema central que debe tratar la lógica.

Aunque el Método de la Lógica deductiva penetra todos los campos del conocimiento humano, probablemente donde se nota mas claramente es en el campo de las matemáticas. Por esta razón comentaremos algunas palabras y métodos usados en la Lógica Matemática y que nos ayudaran a distinguir un argumento correcto de uno incorrecto.

#### Proposición

Una proposición es una oración que es verdadera o falsa pero no ambas cosas a la vez. Decir si una proposición es verdadera o falsa es asignarle un valor de verdad.

Como ejercicio revisemos las siguientes expresiones, digamos cuales de ellas son proposiciones y cual es su valor de verdad.

1. La Universidad de Pamplona está en el Departamento Norte de Santander
2. ¿Cuándo tendremos la primera evaluación?
3.  $24 \times 10$
4. Soy estudiante de Educación Básica
5. Estudio Licenciatura en Educación Básica.
6. hasta luego.

Las expresiones 1 y 6 son verdaderas, por tanto son proposiciones verdaderas. La expresión 4 es una proposición falsa. (¿por qué es falsa?) .

Las expresiones 2, 3 y 5 no son proposiciones puesto que no podemos decir si son verdaderas o falsas.

Las proposiciones se acostumbran a notar con letras minúsculas, por ejemplo:

p: 3 es numero primo.

q: Estamos en el siglo XXI

Afirmaciones, negaciones, informes, opiniones, observaciones, comentarios y juicios son proposiciones. Algunas son proposiciones simples otras son proposiciones compuestas.

Una proposición compuesta se forma de proposiciones simples mediante palabras como: y, o, pero, si entonces, si y solo si.

La proposición "12 es numero par y múltiplo de tres", es una proposición compuesta formada por la conjunción de dos proposiciones simples:

p: 12 es numero par V

q: 12 es múltiplo de tres V

p y q: 12 es par y múltiplo de tres V

La conjunción es verdadera solo si las dos condiciones se cumplen. En el ejemplo.

La conjunción **p** y **q** es verdadera por que las dos proposiciones simples que la forman son verdaderas. Si es cierto que "María come mucho y esta gorda" entonces es cierto que "María come mucho" y es también cierto que "María esta gorda".

Otra proposición compuesta es "Estoy enferma o cansada". Esta proposición es la disyunción de dos preposiciones simples:

p: Estoy enferma

q: Estoy cansada

p o q: Estoy enferma

La disyunción es verdadera si se cumple una de las condiciones. Si es verdad que "Estoy enferma" entonces es verdad que "estoy enferma o cansada" y también es verdad que "Estoy enferma o aburrida", así como "Estoy enferma o quiero dormir".

En el patio del Colegio Lili hay un letrero muy vistoso que dice "donde hay un Liliano hay una dama y un caballero", ¿Qué puede comentar Ud. de este aviso?

Pueden hacerse proposiciones acerca de otras proposiciones. Una de las proposiciones de este tipo mas sencilla y mas útil tiene la forma "**p** es falsa", "**p** no es cierta". La negación de una proposición "**p**" es la proposición "no **p**", que significa "**p** es falsa" o bien "**p** no es verdad".

Sin embargo, la negación de una proposición no se forma comúnmente antecediéndola por un "no", por que seguramente esto haría que sonara mal. Veamos una proposición y diversas formas de negarla:

p: Todos los avaros son egoístas.  
no p: Es falso que todos los avaros son egoístas  
no p: No todos los avaros son egoístas  
no p: Algunos avaros son egoístas  
no p: No es cierto que todos los avaros son egoístas  
no p: Hay por lo menos un avaro que no es egoísta.

La negación de cualquier proposición verdadera es falsa y a negación de cualquier proposición falsa es verdadera.

La conexión mas común en la deducción lógica es. "Si. Entonces". Todas las demostraciones matemáticas emplean proposiciones condicionadas de este tipo.

La cláusula si llamada hipótesis, premisa o antecedente es un conjunto de una o mas proposiciones las cuales forman la base para una conclusión. La cláusula entonces que se deduce de las premisas se llama conclusión.

Ejemplos de proposiciones condicionadas son:

- Si es Bogotano entonces es Colombiano.
- Un buen explorados es digno de confianza. (Se puede leer así: si es un buen explorador entonces es digno de confianza ).
- El estudiante de mi curso que no estudie, reprobará.
- Si me prestas el libro te hago la tarea.

Observemos esta ultima proposición, aquí hay una condición **p**. "Si me prestas el libro", y un compromiso **q** "Te hago la tarea". La verdad de la proposición condicionada, "Si me prestas el libro te hago la tarea" (Si **p** entonces **q**), la podemos asociar al cumplimiento del compromiso. Si **p** es verdad, es decir, Si me prestas el libro y **q** es falsa, es decir, no te hago la tarea, puedo decir que no he cumplido el compromiso luego la proposición condicionada resulta verdadera. Si **p** es falsa, es decir, no me prestas el libro, me libero

del compromiso, quedo en completa libertad puedo hacerte o no hacerte la tarea, en cualquier caso la proposición condicionada resulta verdadera.

Resumiendo, la proposición si  $p$  entonces  $q$ , que se representa  $p \rightarrow q$  es falsa solo si  $p$  es verdadera y  $q$  es falsa, en los demás casos es verdadera.

Analicemos ahora la proposición "Si es Bogotano entonces es Colombiano". Esta es una proposición condicionada verdadera y basta con saber que alguien es Bogotano para poder afirmar que ese alguien es Colombiano, pero no basta con saber que alguien es colombiano para afirmar que sea Bogotano aunque para ser Bogotano es necesario ser Colombiano. En una proposición condicionada  $q$ , decimos que  $p$  es suficiente para  $q$ , y  $q$  es necesaria aunque no suficiente para  $p$ .

En la demostración del teorema "Me rajo en el parcial" que se presentó como ejemplo, en la sección anterior de procesos de pensamiento, se tenían cuatro proposiciones. De esas cuatro, las tres ultimas son proposiciones condicionadas. Gracias a estas ultimas pudimos hacer la demostración a partir de los axiomas dados.

Pero ¿Cuál es la regla de deducción que nos permite hacer este proceso?.

Observemos el primer paso de la demostración. En el utilizamos los axiomas: "Mañana lueve" y "si mañana llueve no voy a clase" para concluir "no voy a clase". El segundo paso es análogo, utilizamos "no voy a clase" y "si no voy a clase no entiendo" para concluir "no entiendo".

Esta deducción parece obvia, sin embargo, para hacer deducciones no basta tener los axiomas (proposiciones) hay que tener por lo menos una regla de deducción que se encuentre expresada de manera explícita. La regla que hemos utilizado es la llamada "Modus Ponens": si tenemos  $p$  y tenemos que Si  $p$  entonces  $q$ , podemos deducir  $q$ .

Hay situaciones en que se tienen afirmaciones con formas similares a las anteriores, pero para las cuales no se puede aplicar la regla Modus Ponens. Por ejemplo, si tenemos que "el domingo es día de descanso" y "hoy es día de descanso" ¿Qué podría concluir?. Podríamos estar tentados a decir que la conclusión es que "hoy es domingo". Sin embargo, obsérvese que aquí se tiene:

$q$ : Hoy es día de descanso

$p \rightarrow q$ : Si hoy es domingo entonces es día de descanso

Luego la regla Modus Ponens, no es aplicable acá.

Otro ejemplo, ¿Qué se podría deducir de los axiomas "Si hoy es domingo, entonces hay fútbol" y "hoy no es domingo"?. Podríamos concluir erróneamente que "Hoy no hay fútbol, pero veamos que la regla Modus ponens no se puede aplicar puesto lo que se tiene es.

No  $p$ : Hoy no es domingo

$p \rightarrow q$ : Si hoy es domingo entonces hay fútbol

Junto con la regla Modus ponens hay otra regla de deducción que se utiliza con mucha frecuencia es la regla de los cuantificadores. Veámosla con un ejemplo; si tenemos las proposiciones "Todos los alumnos de la Universidad a distancia estudian por su cuenta" y "María José es alumna de Universidad a distancia", la regla de los cuantificadores nos permite concluir que "María José estudia por su cuenta".

Las reglas que se han tratado no son nuevas, son las que utilizamos a diario en nuestra argumentación; el problema es que a veces las utilizamos mal llegando a argumentos falsos.

## Proceso de Comprensión

A partir de los axiomas:

- hay clases de gasolina, entonces se produce un aumento en el precio de la gasolina.
- Si hoy es un día en que hay problemas en la refinería, entonces hay escasez de gasolina.
- todos los días en que se rompe el oleoducto son días en los que hay problemas en la refinería.
- hoy se rompió el oleoducto.

Deduzca el teorema. "se produce aumento en la gasolina"

Considerar el siguiente argumento.

El gobierno deseaba analizar la política de liberar las importaciones. Pidió a un asesor realizar el análisis y el resultado fue este informe: si se elimina el impuesto a las importaciones aumentara la cantidad de artículos extranjeros que competirán con los artículos de la industria colombiana. La disminución en las ventas de artículos producirá detrimento en la industria, lo que nos llevara a un periodo de recesión, por lo cual no se debe implementar esta política.

Analizar el proceso que siguió el asesor para llegar a la conclusión. ¿Es correcto?  
¿Qué hechos importantes asumió que no aparecen explícitamente?

Leer detenidamente los textos que se enuncian a continuación, (ver ANEXO 2: Lecturas), estas lecturas corresponden a los siguientes textos:

- Lectura 1: López Cano, José Luis. Método e Hipótesis Científicos. México, Edit. Grijalbo, 1998.
- Lectura 2: Azuela, A. Labastida, J y Padilla H. Educación por la Ciencia. México, Edit. Grijalbo. 1979
- Lectura 3: Rojas S. Raúl. El Proceso de Investigación Científica. México, Edit.

Trillos. 1988

El estudio, análisis y discusión de este material tiene como interés central la construcción conceptual de algunas categorías o procesos necesarios en el desarrollo del conocimiento, así como sus implicaciones pedagógicas.

En atención a este propósito se espera que el análisis de las lecturas conduzcan a comparar las diferentes conceptualizaciones en torno a: generalización, deducción, inducción, análisis y síntesis.

Construcción de un referente conceptual sobre cada una de estas categorías, y aproximarse a su valor e importancia desde el punto de vista pedagógico e investigativo.

Así, pues, como se dijo más atrás, método lógicamente ha pasado de la clasificación sistémica a la sistemática; de la clasificación que agrupaba a los fenómenos por la semejanza en los caracteres externos a lo que la hace tomando en cuenta los rasgos fundamentales; de aquella que sólo consideraba todos los aspectos para subsumir lo individual en lo universal, a la que establece un orden y una jerarquía.

Por lo tanto, el alumno debe adiestrarse no en el aprendizaje de un sistema clasificatorio, por mejor que este sea, es decir, en la memorización de un sistema binario, pongamos por caso; sino en el desarrollo de las capacidades que le permitan establecer las analogías, las semejanzas, las afinidades entre los diversos fenómenos diversos, yendo, además, de lo superficial a lo profundo, de lo simple a lo complejo, comparando con los inicios, partes de los conjuntos diversos para pasar, posteriormente, a la comparación de los conjuntos considerados como un todo.

## UNIDAD 4

### Razonamiento

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL RAZONAMIENTO INDUCTIVO, DEDUCTIVO Y ANALÓGICO

##### 4.1.1 El Razonamiento en General

“Los objetos pesan”.

“Una máquina de escribir es un objeto físico”.

“Luego, la máquina de escribir pesa”.

Las tres proposiciones anteriores, al relacionarse entre sí, constituyen un razonamiento. Llamamos razonamiento a un encadenamiento de juicios en el que uno de ellos es consecuencia del otro o de otros. Recuérdese que un juicio es un pensamiento en que se afirma o se niega algo de algo. Podrían relacionarse juicios sin que constituyeran necesariamente un razonamiento. Tal sería el siguiente caso: “La goma sirve para borrar,

y el petróleo escasea". Para que haya un razonamiento, es necesario que un juicio se derive de otro. El juicio derivado suele llamarse conclusión, y los juicios que le dan apoyo se reconocen como premisas.

## 4.2 TIPOS DE RAZONAMIENTO

En el razonamiento:

"las ciudades muy pobladas tiene problemas graves del tránsito".

"El Distrito Federal es una ciudad muy poblada".

"Luego, el Distrito Federal debe tener problemas graves de tránsito"

Las Premisas son los juicios: "las ciudades muy pobladas tiene problemas graves del tránsito" y "El Distrito Federal es una ciudad muy poblada". La Conclusión es el juicio: "Luego, el Distrito Federal debe tener problemas graves de tránsito".

En el razonamiento es deductivo, la derivación es forzosa, va de lo general a lo particular.

El razonamiento:

"La música es arte que gusta".

"Pasa lo mismo con la escultura y la pintura".

"Luego, todas las artes gustan"

Es Inductivo porque la conclusión: "Luego, todas las artes gustan", es un juicio universal que se ha obtenido de juicios particulares: "La música es arte que gusta" y "Pasa lo mismo con la escultura y la pintura"

Hay además, un tercer tipo de razonamiento importante: el Analógico. Este va de lo particular a lo particular, y se basa en la comparación. Supone que si dos objetos son semejantes en una serie de rasgos que hemos comprobado, también deben coincidir en las características que no hemos comprobado.

El razonamiento:

"El metro francés fue construido por una técnica avanzada, y es resistente y eficiente".

"El metro mexicano fue construido con una técnica avanzada".

"El metro mexicano debe ser resistente y eficiente".

Es analógico porque examina una característica común a ambos metros, el mexicano y el francés: la técnica de construcción de ahí concluye la coincidencia en otros rasgos: la resistencia y la eficiencia.

### 4.2.1 La Deducción



La Deducción desempeña un papel muy importante en la ciencia. Mediante ella se aplican los principios descubiertos a casos particulares. El papel de la deducción en la investigación científica es doble:

Primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de otros conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae, decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación.

También la deducción científica sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. Si sabemos que la fórmula de la velocidad es  $v = e/t$ , podremos calcular con facilidad la velocidad que desarrolla un avión. La

matemática es la ciencia deductiva por excelencia; parte de axiomas y definiciones.

Antes de entrar de lleno al tema de la deducción, es necesario revisar ligeramente "el juicio", dado que toda deducción se enlace en juicios. Inferencias inmediatas y mediatas

En el razonamiento deductivo se reconocen dos clases de inferencias (tomado como sinónimo de conclusión, aunque algunos autores reservan el nombre de conclusión para las inferencias complejas).

La inferencia inmediata de un juicio extrae otro a partir de una premisa. En la inferencia mediata la conclusión se obtiene a partir de dos o más premisas. Ejemplo de inferencia inmediata:

"Los libros son cultura".

"En consecuencia, algunas manifestaciones culturales son libros".

Ejemplo de inferencia mediata:

"Los ingleses son puntuales"

"William es inglés".

"Por tanto, William es puntual".

Antes de cerrar el tema de la deducción, es pertinente dar un ejemplo de inferencia mediata de la lógica matemática, puesto que esta ciencia, como ya se mencionó, es deductiva por excelencia. Consideramos la regla de inferencia llamada modus ponendo ponens (método de obtención de la consecuencia mediante un antecedente).

Premisa 1: "Si Alicia gana más dinero, entonces comprará una casa grande".

Premisa 2: "Alicia gana más dinero"

Conclusión: "Alicia comprará una casa grande".

Usando símbolos tenemos:

Sea: p: ="Alicia gana "Alicia gana más dinero"

q: ="Alicia comprará una casa grande".

Entonces: Premisa 1: p o q

Premisa 2: p

Conclusión: q

Esta regla de inferencia permite demostrar q a partir de p a q y p. La conclusión es una consecuencia lógica de las premisas siempre y cuando los pasos que se den estén permitidos por una regla; si las premisas son verdaderas las conclusiones deben ser verdaderas.

#### 4.2.2 La Inducción

La inducción es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Mill, queriendo encontrar las causas de los fenómenos naturales propuso cuatro métodos experimentales:

##### Método de Concordancia

Compara entre sí varios casos en que se presenta un fenómeno natural, a la vez que señala lo que en ellos se repite, como causa del fenómeno, no pudiendo serlo las circunstancias dadas en unos casos, y en otros no.

Ejemplo: Si una persona sufre de dolor de estómago cuando come carne, y queremos saber la causa que lo ha producido, observemos varios casos en que varía la clase de carne y su proceso de preparación; pero sabemos que en todos a utilizado el mismo ablandador de carne, de lo cual sacamos la conclusión de qué este es la causa del dolor de estómago.

Para que se entienda mejor, conviene representar esquemáticamente estos métodos inductivos. Usaremos X, X' y X'' para indicar los diferentes casos observados; a, b, c, d, e, f y g, para las circunstancias antecedentes, y P para representar el fenómeno que estamos considerando.

Fórmula: X . . . a b c . . P

X' . . . a d e . . P

X'' . . a f g . . . P

Luego: a es a P.

##### Método de Diferencia

Es inverso al de concordancia. Se reúnen varios casos y observamos que siempre que falta una circunstancia no se produce un efecto; permaneciendo siempre todas las demás circunstancias, concluimos que lo que desaparece es la causa de lo investigado.

Ejemplo: si en un automóvil tenemos seis fusibles y quitamos uno, dejando en servicio los otros, y notamos que se apaga el motor, sabremos que la falta de ese fusible es la causa de que no funcione el motor.

Fórmula:  $X \dots a b c \dots P$

$X' \dots a b d \dots P$

$X'' \dots a d e \dots P$

Luego: a es a P.

### Método de los residuos

Consiste en ir eliminando de un fenómeno las circunstancias cuyas causas son ya conocidas. La circunstancia que queda como residuo se considera la causa del fenómeno.

Ejemplo: Si un funcionario público recibe una llamada telefónica, siendo solamente tres las personas que pueden hacerlo por ser las únicas que conocen ese número telefónico. Y si dos de ellas se encuentran imposibilitadas para hacerlo, se concluye que la persona que queda, el residuo es el que marco el número.

Fórmula:  $X a b c d \dots P$

b es b

c es c

d es d

Luego: a es P.

Estos cuatro métodos de Mill coinciden en eliminar todo aquello que no es la causa del fenómeno de que se trate. Son de utilidad en la investigación científica, aunque no siempre son satisfactorios, dado que muchos fenómenos no tienen una, sino varias causas.

### 4.2.3 La Analogía

Consiste en inferir de la semejanza de algunas características entre dos objetos, la probabilidad de que las características restantes sean también semejantes. En la vida cotidiana utilizamos frecuentemente razonamientos analógicos. Casi todos entendemos por analogía, verbigracia, que un aparato electrónico de determinada nacionalidad debe ser de buena calidad, por el hecho de que hayamos tenido otro de la misma marca que nos dejó satisfechos. Pero puede suceder que el aparato electrónico, a pesar de todo, no tenga la calidad esperada. Los razonamientos

analógicos no son siempre validos. Sus conclusiones tienen mayor o menor grado de probabilidad.

Existen, para copia, varios criterios mediante los cuales se puede juzgar la probabilidad de los razonamientos analógicos.

### El Número de Casos que Presentan Semejanzas

Si no una, sino varias veces que ha fallado un automóvil de determinada marca y, además, si esto ha sucedido con alguna frecuencia el grado de probabilidad de que un nuevo carro de esa marca salga defectuoso es mayor que se tratara de un solo caso.

El Número de Aspectos que Presentan Analogías Insistiendo en el ejemplo del automóvil, podemos decir que la analogía tendrá mayores probabilidades si es de la misma marca y del mismo estilo; si fue comprado en la misma agencia, soportará el mismo trato dado al anterior.

### La Fuerza de las Conclusiones con Respecto a las Premisas

Si un estudiante toma una medicina que le quite el dolor de estómago en 10 minutos, el razonamiento analógico de otro estudiante, en el sentido de que esa medicina también la quitara su dolor de estómago en poco tiempo, será de gran probabilidad (acertaría en cualquier minuto cercano). Disminuirá su grado de posibilidad, si infiere que su dolor se quitaría en 8 o 12 minutos (se restringe el tiempo). Y sería aún menos la probabilidad si razonara que se le quitaría también en 10 minutos, lo mismo que al otro estudiante. Este último representaría sólo una probabilidad; los dos primeros razonamientos representan mayores probabilidades.

El Número de Diferencias entre los Ejemplos de las Premisas y el Ejemplo de Conclusión.

La conclusión anterior del ejemplo de los estudiantes disminuye su probabilidad si hay entre ellos gran diferencia de edad y de condiciones orgánicas; pudiera ser que uno haya sufrido durante mucho más tiempo que el otro ese malestar, y que se haya hecho menos sensible a la medicina. Esta diferencia disminuye la fuerza de la conclusión del ejemplo anterior.

### Las Diferencias en los Ejemplos de las Premisas

El razonamiento analógico tiene menor probabilidad en tanto sean más diferentes los ejemplos de las premisas. Existe gran probabilidad en la conclusión de que un automóvil será de buena calidad debido a que otros veinte lo fueron. Pero habrá

mayor fuerza aún en la probabilidad si existen muchas diferencias entre ellos, tales como la de ser de distinto modelo, de diferente año, la de haber estado sometidos a tratos distintos, y ser utilizados en muy diversos climas.

## 4.3 EL ANÁLISIS Y LA SÍNTESIS

Todos los fenómenos que se presentan a la consideración del hombre son demasiado complejos si se les examina con detenimiento. Son simples sólo a primera vista. Si se quiere indagar las causas, se hace necesario separar en partes el fenómeno para estudiarlo de mejor manera. Pero como en esta separación pudieran cometerse errores, es imprescindible juntar de nuevo las partes del todo separado con el objeto de ver si se

pueden volver a integrar de igual forma. Si se nos encarga decidir sobre la calidad de un libro, primero tendremos que separarlo en partes para poder estudiarlo; podríamos considerar por separado el estilo literario, los aspectos temáticos y la facilidad para ser entendido. Esto nos facilitara adentrarnos mas en la obra. Una vez terminado este estudio, se reunirá en un todo lo que observamos por separado, el cual será nuestro veredicto con respecto a la calidad del libro.

Este procedimiento, utilizado en cuanto al libro, se repite cotidianamente en todos los asuntos de la vida.

La investigación científica no es ajena a estos procedimientos. El método científico emplea esta descomposición y recomposición. A la descomposición se le llama análisis, y la recomposición se denomina síntesis. El análisis es la operación intelectual que considera por separado las partes de un todo; la síntesis reúne las partes de un todo separado y las considera como unidad.

Los conceptos de "todo" y "parte" se interrelacionan. El todo presupone las partes y las partes presuponen el todo.

Los "todo" composición de partes, son diversos. Existen "todos" que solo suman partes, como un montón de naranjas; y todos unitarios, que como unidades dependen de diversos principios organizadores. Pueden estar organizados por relaciones físicas, como es el caso del átomo. Puede, en otro caso, considerarse como unidad por relaciones humanas o espirituales, tal es el caso de una pintura o un edificio, donde los elementos físicos cobran sentido solo en función del hombre que es a la vez una de sus partes y su principio organizador.

Los "todos" pueden incorporarse en "todos" mas amplios. Las células forman tejidos y estos integran órganos. Los órganos componen aparatos y estos componen sistemas; sistemas que son partes del "todo" llamado humano. Queda por decir algo con respecto a la "parte" . Las partes se pueden considerar como. "partes-todos" cuando los "todos" forman "partes" de "todos" mayores; La palabra es "parte-todo" de la frase.

"Parte-elementos" que son partes que no integran "todos", tal seria el caso de las letras con respecto a las palabras. "Partes pedazos" son partes arbitrarias que no resultan de su estructura interna, sino del capricho de nuestra voluntad. Es lógico que un cuarto se divida en piso, paredes y techo. Es arbitrario que se divida en tabiques, cemento y varillas, que resultarían de su demolición, estos serian "partes-pedazos". Al análisis que consideramos, obviamente no le interesan las partes pedazos; "partes separables" son las que se pueden considerar aisladamente, como el otro y la carrocería de un automóvil. "Partes inseparables" no se pueden tratar por separado de otro objeto; tal seria el caso del color que es inseparable de la extensión. "Partes genéticas" consideran el tiempo y el cambio, pasan de un objeto a otro diferente. El oxígeno y el hidrogeno son partes examinadas. Ambos son gases y como tales no están presentes en el agua.

"El análisis y la síntesis que estudia la lógica. Dicen Romero y Pucciarelli son rocedimientos intelectuales, no materiales. No se trata de poner efectivamente por separado los

componentes, sino de considerarlos por separado. El análisis material, que aleja uno de otro los componentes, es solo un auxiliar del análisis intelectual, y no coincide con él por completo, ya que en el análisis se llega de ordinario a aspectos no materiales, como veremos en seguida. Sería un grosero error concebir otro procedimiento analítico material”.

El análisis y la síntesis pueden estudiarse en dos planos: el Empírico y el Racional. En el plano Empírico, estos procedimientos se aplican, por ejemplo, en la descomposición y recomposición del agua mineral, a partir del oxígeno, hidrógeno, calcio, azufre, litio, etc.

Con la finalidad de aclarar lo relativo al análisis y la síntesis, es conveniente precisar en que intervienen en el pensamiento científico.

Todo conocimiento científico es, en realidad, la síntesis de muchos otros conocimientos anteriores. Las hipótesis recogen sintéticamente los resultados de los experimentos. Las teorías científicas representan la síntesis de todo un conjunto de conocimientos de relaciones muy generales. En toda investigación científica se utiliza frecuentemente el análisis con el fin de conocer mejor la naturaleza recóndita de los fenómenos. Pero este análisis no consiste solamente en la separación de los elementos de un todo. El análisis y la síntesis se complementan, no se da el uno sin la otra. “Primero se analizan las manifestaciones inmediatas de la existencia, descubriendo sus aspectos fundamentales. Luego se sintetizan esos elementos en la reconstrucción racional de la existencia, que se formula por medio de una hipótesis explicativa. Después, cuando la hipótesis se ha convertido en teoría, se analiza la evolución de esta forma sintética sencilla, descubriendo así los elementos necesarios para practicar una síntesis superior. Y de ese modo se prosigue continuamente en el avance del conocimiento científico, que transcurre de la síntesis racional al análisis experimental, de la síntesis realizada en el experimento al empleo de la razón analizador, del análisis del experimento al desenvolvimiento sintético del razonamiento, del análisis racional a la síntesis experimental”.

## Proceso de Comprensión

- ¿A qué se le llama razonamiento?
- ¿Qué nombres reciben los juicios que intervienen en el razonamiento?
- Mencionar los tres tipos básicos de razonamientos tratados; ejemplifica cada uno de ellos.
- Sintetiza en pocas palabras el papel que la deducción juega en la ciencia.
- ¿Cuáles son los tipos de inferencia del razonamiento deductivo?
- Anotar los métodos inductivos de Mill
- Explicar muy brevemente en que consiste cada uno de los métodos de Mill

- Anotar un solo uso cotidiano de la analogía
- Mencionar los seis criterios anotados para decidir sobre el grado de probabilidad de los razonamientos analógicos.
- Señalar de que método inductivo de Mill se trata en cada uno de los siguientes casos:
  - Si una persona se ha sobregirado en su cuenta de cheques y no lleva expedidos sino diez, y sabe que el sobregiro no está en los ocho primeros cheques porque todos juntos no alcanzan a sumar ni la mitad del total de la cuenta y el décimo no ha sido aún cobrado, razonara que el problema de sobregiro se produjo al cobrar el noveno cheque.
  - Si un maestro baja en su rendimiento siempre que llega tarde, dando bien su clase siempre que llega puntual, podremos inferir que su retraso es la causa de su bajo rendimiento.
  - Si un deportista aumenta la frecuencia de sus baños matutinos y aumenta el número de sus resfriados al año, será más fácil inferir que el cambio de un fenómeno es causa del cambio del otro.
  - Una persona acostumbra con frecuencia salir de excursión; unas veces lo hace con sus padres, otras con sus hermanos, otras mas con sus amigos, y no logra entablar buenas relaciones; pues siempre va de mal humor. Quiere saber la causa; razona que no siempre le acompañan las mismas personas, salvo uno de sus amigos que es ingeniero, e infiere que este es la causa de su malestar.
  - Si en un grupo solamente reprobaron dos alumnos, y no son ninguno de los presentes, tendrá que ser alguno de los ausentes.
  - Si todos los obreros de una fabrica que comen en un mismo restaurante se ven aquejados por una infección intestinal, y saben que les han servido diferentes platillos, a excepción de la leche, traída siempre del mismo establo, se puede inferir que ella sea la causa de la enfermedad.
  - ABCD se acompañan de a b c d  
B C D se acompañan de b c d  
Luego, A es la causa o, por lo menos, parte de la causa de a.
  - A B C D acompañan a a b c d  
A E F G acompañan a a b c d  
Luego, A es la causa de a
  - A B C ... a b c.  
Sabemos que B es causa de b.

Sabemos que C es la causa de c

Luego, A es la causa de c

Luego, A es la causa de a.

- "A temperatura constante, los volúmenes ocupados por una misma masa gaseosa son inversamente proporcionales a las presiones"

• Anotar el criterio que se sigue para juzgar cada una de las siguientes analogías

- La hija de un millonario se empeña en que su padre le compre un automóvil de la misma marca que el de uno de sus amigos, y razona que debe adquirirlo por el solo hecho de que, siendo del mismo color y teniendo los mismos accesorio, ha de ser de buena calidad.

- Supongo que el reloj que compré recientemente debe ser puntual y durar muchos años, dado que conozco a seis personas que se encuentran satisfechas con el funcionamiento del reloj. Una de ellas es un estudiante, juega mucho y le ha dado varios golpes. Otra persona ha nadado con el reloj puesto. Una mas no lo mueve mucho, es decir, los seis relojes han sido sometidos a condiciones muy diversas y, sin embargo, en todas ellas han funcionado bien.

- Un enfermo se queja por no sentir alivio con una medicina que tomó y considera que debía quitársele el dolor por el solo hecho de que su hermano tomo esa misma medicina y sintió alivio en pocos minutos. Aunque, en realidad, no les puede hacer a los dosel mismo efecto, pues uno de ellos tomó la mitad de la dosis del otro.

- Dos hermanas esperan impacientes a un amigo que las llevará al cine. Como no llega, después de dos horas de espera, infieren en sentido diferente. Una considera que ya no llegará su amigo. La otra está segura de que sí llegará. La primera no tiene en que apoyar su inferencia, no conoce al amigo esperado. La segunda sabe que llegará su amigo y su razonamiento tiene muchas posibilidades de acertar, dado que sabe que en otras ocasiones ha llegado tarde.

- Si tres personas usan trajes de la misma calidad que la del traje de un amigo a quien le duro en buen estado un año exactamente, y de esto infieren que a ellas les durara ambién un año, sus inferencias tendrán distintos grados de probabilidad. Quien piense que su traje le durará alrededor de un año, habrá hecho la inferencia con mayor grado de probabilidad. Será menos probable la que suponga que su traje se mantendrá en buen estado diez a catorce meses, y el que piense que su traje durará exactamente un año, tendrá las menos probabilidades de acertar.

- Si dos amigos asisten a menudo a un restaurante de su agrado y suponen que los platillos que comerán ahora serán tan sabrosos como los anteriormente comidos allí mismo, presentara una inferencia con mayor probabilidad quien no solamente se base en que todo lo gustado en ese



restaurante haya sido sabroso, sino en que además haya sido preparado por el mismo cocinero.

- ¿En qué consiste el análisis?
- ¿En qué consiste la síntesis?
- ¿Como se aplican científicamente el análisis y la síntesis?
- Anota un ejemplo de análisis en la investigación científica
- Anota un ejemplo de síntesis de carácter científico
- ¿le sería suficiente al pensamiento científico la sola síntesis?

## ANEXO 1

# La Epistemología Genética: Una Interpretación

En este artículo nos proponemos introducir la epistemología genética constructiva desarrollada por la escuela piagetiana. Esta epistemología constituye una ruptura profunda con las epistemologías tradicionales, tanto empiristas como racionalistas pues en ella se redefinen conceptos centrales como "conocimiento" y "realidad", a partir de un nuevo enfoque sobre las interacciones del sujeto cognoscente y su objeto de conocimiento. Los métodos psicogenético e histórico - crítico están articulados de manera tal que constituyen la base empírica de la epistemología constructivista, otorgándoles entonces, un nivel de científicidad del que carecen las demás teorías epistemológicas. De allí que sea pertinente tomarla como fundamento para construir las bases epistemológicas de la educación científica.

La epistemología genética se propone, como uno de sus objetivos, el análisis de la formación y el desarrollo del conocimiento, en particular, del conocimiento científico. Pero la formación y el desarrollo del conocimiento sólo es posible porque hay interacción entre un sujeto cognoscente y un objeto de conocimiento.

La historia de las epistemologías, empiristas y aprioristas, muestra que se las puede caracterizar mediante el peso que otorgan o bien al sujeto o bien al objeto de conocimiento, a la hora de la interacción. Sin entrar en mayores detalles, vale la pena detenernos un momento en la consideración de estas epistemologías. El empirismo supone que el sujeto es esencialmente pasivo en la relación sujeto-objeto y afirma en consecuencia, que el conocimiento tiene su origen en el dato perceptual, suministrado por el objeto. El conocimiento es un modelo - copia del objeto. Esta posición se hizo célebre desde Aristóteles, para quién nada había intelecto que no hubiese estado antes en los sentidos.

El apriorismo, por su parte, supone, que todo el peso de la interacción lo lleva el sujeto. Mediante sus estructuras cognitivas constituidas de antemano, el sujeto "captura" al objeto para producir el conocimiento.

Pues bien, la historia de las epistemologías tradicionales consiste, en esencia, en una especie de competencia entre estas posiciones, empirista y apriorismo, que desde luego no se mantuvieron intactas, sino que fueron desarrollándose como respuesta a las críticas y objeciones que les planteaban sus adversarios. Nuestro siglo ha presenciado el desenvolvimiento del empirismo lógico, sin duda el producto más desarrollado del pensamiento empirista. Del lado del apriorismo, quizá la posición mas sólida provino del sistema kantiano. Habremos de regresar a ella.

En todos estos casos, el sujeto que conoce es un sujeto adulto, en pleno dominio de sus facultades intelectuales. Y el objeto de conocimiento es (casi siempre) un objeto inmodificable. De modo que la relación sujeto - objeto está concebida, en estas epistemologías, como una relación de un único nivel.

### **PIAGET Y LA EPISTEMOLOGÍA**

La obra epistemología de Piaget (1896-1980) vino a cambiar este estado de cosas.

Naturalmente, no es un trabajo de generación espontánea que rompe con el pasado simplemente porque lo ignore. En la obra piagetiana volveremos a encontrar la preocupación por la estructura de la relación sujeto - objeto. Como ocurre con frecuencia en el trabajo renovador, no es el problema central el que cambia sino la forma de indagar sobre él, la forma de concebir preguntas nuevas sobre ese problema que ha estado ante nosotros. Para Piaget, el conocimiento no es resultado ni de la sola actividad del sujeto, ni tampoco de la sola presencia del objeto. El conocimiento (y en esto ya se aparta de las epistemologías tradicionales) surge de la interacción del sujeto y el objeto, en la cual cada uno influye sobre el otro. Ya no será posible concebirlos separados: sujeto-objeto es una unidad dialéctica indisociable.

Conviene hacer notar que la forma de concebir la estructura sujeto-objeto en la epistemología Piagetiana, guarda una cierta relación con la forma correspondiente en la epistemología Kantiana. Presentemos primero algunas ideas centrales de la epistemología Kantiana para después apreciar mejor las diferencias.

El sujeto cognoscente Kantiano viene dotado ("de fabrica") de una estructura intelectual que le permite interpretar sus registros perceptuales. En la introducción de su Crítica de la razón Pura (Kant, 1972, p.27). Kant nos dice : "No hay duda alguna de que todo nuestro conocimiento comienza con la experiencia. Pues ipor donde iba a despertarse la facultad de conocer. como no fuera por medio de objetos que hieren los sentidos... y elaboran así con la materia bruta de las

impresiones sensibles, un conocimiento comienza con la experiencia no por ello se origina todo él en la experiencia. Bien podría ser que nuestro conocimiento fuera compuesto de lo que recibimos por medio de impresiones y de lo que nuestra facultad de conocer

proporciona por si misma sin que distingamos este añadido de aquella materia fundamental.

Tenemos entonces, de acuerdo con Kant, una facultad de conocer antes de la experiencia sensorial, que combinada con la percepción sensorial produce una forma de conocimiento en la que no es fácil ya distinguir, por separado, ni el aporte del sujeto ni el aporte del objeto. Toda la experiencia sensorial es pasada a través de tamiz constituido por las estructuras cognitivas (inherentes) del sujeto.

De modo que nuestro conocimiento del mundo, no es una representación (en el sentido de un modelo - copia) de esa realidad externa en nuestro intelecto (a pesar de la seducción del termino "representación" sobre el que tendremos que volver), sino una interpretación, una reconstrucción que hacemos tomando nuestros registros perceptuales como materia prima sometiénolos al influjo de esa "maquina de interpretar y organizar" constituida por nuestro intelecto. Hasta aquí las semejanzas. Semejanzas, no coincidencias, como tendremos oportunidad de mostrar a continuación. Vayamos pues a las diferencias.

Para Piaget, el conocimiento tampoco es una copia de la realidad exterior al sujeto.

Pero, en la interacción entre el sujeto y el objeto, aquel se acerca al objeto con determinadas estructuras intelectuales que le permiten asimilarlo, y al mismo tiempo, el objeto ejerce su influencia sobre el sujeto obligándolo a modificar sus estructuras cognitivas. Por una parte pues, el conocimiento es resultado de la interacción y además (aquí hay ya una diferencia de fondo) tanto el sujeto como el objeto se transforman como resultados de la interacción. Así que, la próxima vez que el sujeto se acerque al objeto, ya será "otro" sujeto epistémico el que participa en la interacción y será "otro" objeto de conocimiento producido no es ni una copia de la realidad externa al sujeto, ni tampoco en un estado: el conocimiento producido no es ni una copia de la realidad externa al sujeto, ni tampoco es un estado. El conocimiento se halla en un permanente estado de reelaboración. Es decir, las conquistas cognitivas del sujeto se van transformando continuamente dentro de aquella interacción. Piaget lo ha expresado así, (véase Piaget 1995, Pág. 324):

La actividad intelectual comienza por la confusión entre la experiencia y la conciencia de sí, por la indeferenciación entre la asimilación y la acomodación. El conocimiento del mundo exterior comienza por una utilización inmediata de las cosas, la inteligencia no comienza así ni por el conocimiento del yo ni por las cosas

en cuanto tales sino por su interacción y orientándose simultáneamente hacia los dos polos de esa interacción, la inteligencia organiza al mundo organizándose a si misma.

Otra diferencia de fondo se halla en el origen de las estructuras cognitivas. Para Kant, ellas son inherentes al sujeto. Para Piaget, las estructuras cognitivas se construyen. Tal construcción empieza desde la mas tierna edad, es un proceso complejo, cuya explicación ha requerido mas de medio siglo de investigación psicológica y aun no termina. Fue necesario elaborar una disciplina, la Psicología genética, para dar una respuesta a esta

interrogante fundamental. En la próxima sección daremos algunas indicaciones a este respecto.

### **Asimilación y Niveles de Desarrollo**

La naturaleza de los contenidos producidos en la relación sujeto - objeto, depende del grado de desarrollo cognitivo de este sujeto. La construcción de las estructuras cognitivas comienza, de acuerdo con la teoría piagetiana, desde el nacimiento mismo del sujeto. Hablamos de "sujeto", no del "niño", por razones de énfasis. Nos interesa resaltar las características del niño, del adolescente, del adulto en tanto sujetos epistémicos.

En el desarrollo cognitivo, la primera etapa es de acción externa pura. La adquisición clave de este periodo es el esquema sensoriomotor. Un esquema es aquello que es repetible y generalizable en una acción. Por ejemplo, succionar (el biberón primero, luego se transfiere al dedo u otro objeto material), jalar, agarrar, etc. Los esquemas de acción son algo así como "conceptos prácticos" que sirven para incorporar objetos a las acciones. Con respecto a la inteligencia sensoriomotriz, Piaget nos dice (véase Piaget 1995, p.7):

El estudio de la inteligencia o práctica durante los dos primeros años del desarrollo nos ha enseñado como el niño que asimila directamente el medio externo a su propia actividad desde un principio, construye después, para prolongar esa asimilación un numero creciente de esquemas a la vez móviles y aptos para coordinarse entre sí.

Una de las fuentes de confusión y dificultad cuando tratamos con una disciplina altamente organizada es que las palabras adquieren un significado mas preciso, un matiz distinto al que tienen cuando se las emplea en el lenguaje cotidiano donde la libertad de interpretación deja márgenes amplios y al mismo tiempo difusos, al campo semántico de las palabras. Por ello, términos como asimilación, equilibración, conocimiento, objetividad, etc.

Lo empezaremos a hacer como si se tratara de tejer una red con los significados de términos considerados como centrales dentro de la teoría. Insistamos un poco mas en la noción de esquema. Podemos describir un esquema como un núcleo de acción transferible. El esquema tiene tres componentes:

- I        Un mecanismo de reconocimiento de situaciones
- II       Una actividad vinculada a esos reconocimientos
- III      Una expectativa sobre el resultado de la actividad (Glaserfeld, 1991, Pág. 121)

La asimilación de un objeto a un esquema de acción, consiste en identificarlo como "admisible" para desempeñar cierta función. Tal identificación es un acto de abstracción. Por ejemplo, si necesitamos un martillo, podemos sustituirlo por un objeto duro, mas o menos pesado. Incorporamos así ese objeto al esquema. Eso significa que lo identificamos como viable para la acción de martillar. Si la expectativa sobre el resultado no es satisfecha, entonces debemos modificar el esquema; no se puede incluir cualquier objeto

duro y pesado si además, por ejemplo, es frágil. Esta modificación del esquema, debido a la "presión del objeto que se trata de asimilar., se conoce como acomodación. La pareja indisociable asimilación - acomodación tiene un lugar central dentro de la teoría, por lo que estaremos volviendo sobre ella. Por ahora añadiremos que la asimilación es un acto de interpretación, de como el sujeto incorpora al objeto, mientras que la acomodación es una respuesta del esquema al objeto. Resulta del mecanismo de equilibración del esquema.

Un periodo sensomotor es de acción pura. Los esquemas están orientados hacia el exterior: un esquema de acción es como el equivalente practico de un concepto. Mediante la actividad sensoriomotriz el sujeto logra la construcción de la permanencia del objeto. Esta adquisición es de suma importancia. Tratemos de imaginar la concepción que tendríamos del espacio si todos los cuerpos fueran gaseosos, fugaces. Cuando los objetos percibidos siguen existiendo fuera de nuestro campo visual, se ha dado entonces un gran paso en la construcción del espacio.

Piaget mismo nos dice (Piaget 1995, p.11 ) a este respecto: un mundo sin objetos no podría presentar el carácter de homogeneidad espacial y de coherencia en los desplazamientos que define nuestro universo. Por otro lado, la ausencia de "grupos" en los cambios de posición, equivaldría a transformaciones sin retorno, es decir, a continuos cambios de estado, a la ausencia de objetos permanentes.

En esta cita, "grupos" se refiere a que para cada desplazamiento haya la posibilidad de efectuar el desplazamiento inverso. Como avanzar y retroceder por el mismo camino. Para el sujeto adulto resulta inconcebible el darse cuenta que

hubo un tiempo en que el no había construido la permanencia de ,los objetos. No somos conscientes de muchas de estas construcciones. Quizá esto explique, al menos parcialmente, por qué en el pasado, las epistemologías siempre supusieron un sujeto adulto, activo o pasivo, en la relación con el objeto de conocimiento. No fueron conscientes de que esa relación era cambiante y que dependía del desarrollo cognitivo del sujeto. En un plano mas familiar: el experto no puede esperar que su discípulo tenga un conocimiento con el mismo grado de organización que el suyo. Eso exige un proceso largo y complejo que no se reduce a la lectura de textos, pues, entre otras cosas, no es cuestión de "acercarse" a un conocimiento que le esta esperando allí afuera, sino de comprometerse en un procedimiento que le esta esperando allí fuera, sino de comprometerse en un proceso constructivo. Cuando Kant habla de las estructuras a priori del sujeto (es decir, de las estructuras instaladas ya de nacimiento), con las cuales organiza al mundo, es como si empezara a contarnos una historia que, desde la perspectiva genética, hace rato ya comenzó.

Después de la permanencia del objeto, otra adquisición central del sujeto la constituye la capacidad de representación. Aquí están incluidos el juego y la imitación, por ejemplo. De esta manera , el mundo de la acción queda enriquecido con la posibilidad de representar las acciones. A pesar de este progreso que mostrará todo su potencial un poco mas adelante, en esta etapa el pensamiento del sujeto sigue "anclado" a la esfera del comportamiento motor. El sujeto confía en su experiencia perceptora; el progreso se empieza a manifestar en la posibilidad de representación de situaciones pasadas.

Posteriormente, las acciones interiorizadas se organizan de manera tal que adquieren la reversibilidad. Por ejemplo, ante la pregunta de si hay mas plastilina en una bola o en la salchicha que se hace con la misma bola, el sujeto contesta que igual por que "basta deshacer la salchicha y convertirla de nuevo en la bola original". Este argumento tiene ya en él la necesidad lógica, que manifiesta la aparición del pensamiento lógico. Aunque ya se tiene la capacidad de representar operaciones (acciones simbolizadas mentalmente que son reversibles, como en el ejemplo anterior) y de razonar lógicamente, el pensamiento sigue anclado a lo concreto: las operaciones solo se pueden aplicar a objetos materiales.

La capacidad de construir seriaciones, clasificaciones (de objetos por su tamaño, por ejemplo, correspondencias entre colecciones son características del periodo.

Más adelante el sujeto arriba al período de las operaciones formales. En él, aparece la reversibilidad en el plano lógico; el pensamiento abstracto y sobre todo, el pensamiento hipotético-deductivo.

Debe decirse que la transformación de las estructuras cognitivas del sujeto no es un proceso de maduración, en el que aquél "se sienta a esperar la llegada de las estructuras cognitivas". La construcción cognitiva implica un proceso activo. Esto no significa, por otra parte, como ya hemos tenido la oportunidad de señalar, que las construcciones sean siempre conscientes.

Un error que no debe cometerse es suponer que estas etapas del desarrollo cognitivo están claramente separadas. No es así. Es más adecuado pensar las etapas como referencias generales, como registros de características centrales del desarrollo cognitivo. Cada una de las cuales quedará subsumida en la etapa siguiente. Es decir, (Piaget-García, 1983, p. 9): no sólo los estadios sucesivos de la construcción de las diferentes formas del saber son secuenciales es decir, que cada uno esa la vez resultado de las posibilidades abiertas e precedente y condición necesaria de la formación del siguiente, sino, además, cada nuevo estadio comienza por una organización a otro nivel, de las principales adquisiciones logradas en los precedentes.

### **Asimilación y Acomodación**

La capacidad de simbolización y la interiorización de las acciones conducen eventualmente a la formación de operaciones y de esquemas conceptuales. A un objeto se le conoce cuando se le asimila a un esquema. La asimilación es un acto de interpretación mediante el cual un objeto es reconocido como "admisible" (recordemos el ejemplo del esquema "martillar"). Entonces, al ser asimilado a un esquema, un objeto queda incierto en una red de relaciones, mediante las cuales adquiere significado. Es decir, el objeto es contextualizado<sup>5</sup>. De forma, el sujeto va organizando sus experiencias y, mediante la coordinación de esquemas, va construyendo estructuras cognitivas cada vez con el mayor nivel de organización.

Consideremos los ejemplos siguientes: percibir "algo" como una montaña, es asimilar ese algo mediante cierta estructura cognitiva, estructura constituida por un sistema de esquemas que involucran espacio, sustancia y volumen. Otro ejemplo: cuando percibimos algo como una llave, ese reconocimiento del objeto no tiene que ver con el hecho que sea metálico sino con su forma, que sugiere su función. Es decir, "llave" es un concepto operativo. El objeto de nuestra cognición no "llega" directo a nuestro sistema cognitivo. Lo que se produce es una interpretación del objeto material (o conceptual, ya veremos ejemplos) en términos de estructuras cognitivas anteriores. Si la interpretación permite la acción del sujeto sin mayores conflictos, diremos que se ha producido una asimilación conservadora. Este tipo de asimilaciones fijan el esquema en cuestión dentro de la estructura cognitiva. Puede ocurrir, empero, que la asimilación del esquema no genere el resultado esperado.

En ese caso, ocurre una desequilibración del esquema cognoscitivo. El esquema (o la estructura cognoscitiva) "responde" entonces a la perturbación, acomodándose a su contenido.

Un objeto, tal como lo entendemos en un determinado momento, es una conceptualización. La construcción del objeto, que continua indefinidamente es, desde la perspectiva del sujeto, parte del proceso de interiorización de su entorno.

Esa interiorización es un proceso de conceptualización del entorno, y en ese sentido podemos afirmar que el entorno adquiere así, su dimensión histórica.

Queda humanizado. La objetivación del conocimiento depende entonces del aumento de la actividad cognitiva por parte del sujeto, dando como resultado estructuras más equilibradas

En sus comienzos, la asimilación es esencialmente la utilización del medio externo por el sujeto con el fin de alimentar sus esquemas hereditarios o adquiridos. Es evidente que tales esquemas, visión, succión, presión, tienen necesidad de acomodarse continuamente a las cosas.

A medida que los esquemas se multiplican la asimilación deja pues de incorporar imlemente las cosas propia actividad para establecer una red de relaciones cada vez más estrecha de coordinaciones entre los esquemas que definen ésta y, en consecuencia, entre las cosas a las que dichos esquemas se aplican.

La asimilación y la acomodación constituyen así, desde el plano sensomotor, un proceso formador análogo al que representan en el plano de la inteligencia verbal y reflexiva, las relaciones del pensamiento individual y la socialización: del mismo modo que la acomodación al punto de vista de los otros permite al pensamiento individual situarse en un conjunto de perspectivas que asegura su objetividad y reduce su egocentrismo, igualmente la coordinación de la asimilación y la acomodación sensomotrices, conduce al sujeto a salirse de sí mismo para objetivar su universo.



En estas citas se encuentra ya la clave para explicar la objetividad desde un enfoque epistemológico constructivistas. Es decir, desde un enfoque que no toma la objetividad como algo que pueda existir al margen del sujeto, al margen del observador.

### **Epistemología y Psicología**

Es frecuente que una epistemología haga referencia a hechos psicológicos. Por ejemplo, el empirismo nos dice que "el sujeto es pasivo y se limita a registrar los

datos que le suministra la experiencia". Sin embargo, el empirismo no ha dado, en ningún momento de su desarrollo, pruebas de que el sujeto se comporte, en efecto, como allí se dice. Si no hay una experimentación, como la que ha desarrollado la epistemología genética, carecen de fundamento tal tipo de afirmaciones, por su parte, Piaget logró sacar la epistemología del terreno especulativo y convertirla en una investigación en donde las afirmaciones sobre el conocimiento, sobre el sujeto epistémico, estuvieran fundamentadas en un trabajo experimental y sistemático. Es decir, llevo a la epistemología al status de ciencia experimental.

La epistemología genética es el estudio de la constitución del conocimiento válido.

Es decir, el estudio de las condiciones mediante las cuales se produce el conocimiento y además el de los métodos que validan ese conocimiento. La primera condición es de carácter fáctico y la segunda de carácter normativo. La epistemología genética trata de cuestiones que involucran cuándo una afirmación puede ser justificada y bajo qué criterios. Los criterios psicogenéticos han alcanzado tal notoriedad que ha veces se confunde todo el edificio piagetiano con la psicología genética.

Hay otro terreno que también es fuente de fundamentación empírica para la epistemología: la historia de la ciencia.

Esto es particularmente importante a la hora del estudio epistemológico de las matemáticas. En relación con esa disciplina, podemos argumentar que los problemas de orden normativo son más o menos claros. Tiene que ver con los procesos deductivos, con la estructura de las demostraciones. Las cuestiones de orden fáctico se abordan (principalmente cuando vemos las matemáticas como un cuerpo de conocimientos constituido) desde la historia. Es pertinente responder la pregunta: ¿cómo se concibe a la historia en

este programa de investigación? . De inmediato podemos responder que no se concibe como un lineamiento lineal, en el que cada cosa tiene un antecedente claramente diferenciado. Más bien, la historia será concebida de acuerdo a la ya celebre expresión del historiador holandés Dijksterhuis, (Véase Piaget-García, 1982, Pág. 60) como un laboratorio epistemológico. ¿qué significa esta expresión? Quiere decir que la historia, desde el punto de vista epistemológico, debe investigarse buscando en ella las condiciones que han hecho posible el conocimiento y los mecanismos de validación. Será necesario entonces recuperar la dinámica del desarrollo histórico pues es en la dinámica donde aparecen los mecanismos de paso de una etapa a la siguiente. Como ya hemos hablado de dos procesos

de transmisión de un nivel de conocimiento a otro mejor (en la historia en la psicogénesis) resulta natural que parte de la experimentación en el dominio

de la epistemología genética incluya una comparación entre estos estratos de desarrollo

Podría pensarse que los estudios psicogenéticos y los estudios históricos son dos formas totalmente diferentes de abordar los problemas de construcción de los conocimientos. Sin embargo, la epistemología genética se encarga de argumentar con fuerza que los mecanismos de desarrollo del conocimiento a nivel histórico son los mismos que los correspondientes a nivel psicogenético. Está es una tesis que no quisiéramos dejar de señalar, aunque requiere de un análisis más cuidadoso que el que podremos hacer en este momento (Véase Piaget- García, 1982).

Regresaremos al problema de los hechos y las normas. Tanto en la historia como en la psicogénesis, puede observarse que los hechos y las normas no permanecen desvinculadas unos de las otras. La razón es que el sujeto y el objeto del conocimiento están indisolublemente vinculados. Entonces, aunque se trate de la validación dentro de un sistema lógico, de una cierta proposición, no podemos olvidar que hay un problema de hecho (en este caso psicogenético) involucrado, como es la construcción de la lógica por el sujeto. De allí que la significación epistémica de este instrumento de conocimiento es decir, su empleo para la construcción de un conocimiento válido, no es independiente de su modo de construcción (véase la Introducción en Piaget- García, 1982).

### **Aspectos Figurativos y Operativos del Pensamiento**

La representación nos remite a los aspectos operativos del pensamiento, mientras que la percepción nos remite a los figurativos. Veamos un ejemplo. Tenemos dos recipientes, uno delgado y alto y uno ancho y bajo. Vamos a transvasar un líquido del recipiente delgado al ancho. Si le preguntamos a un niño pequeño (alrededor de los 7 años o menos) antes de hacerlo, si la cantidad de líquido permanecerá igual después de transvasar el líquido, no sabe qué contestar. Cuando se efectúa el transvasamiento, en su presencia, y él verifica que el nivel del líquido en el recipiente ancho es inferior al que tenía en el recipiente delgado, entonces se concluye que la cantidad de líquido ha cambiado: "ahora hay menos" es su respuesta típica de esta etapa que los sujetos privilegien a una de las dimensiones (la altura) del vaso a la hora de la interpretación del dato perceptual. Este aspecto figurativo del pensamiento, será sustituido más adelante, cuando el sujeto ya esté en posesión de la reversibilidad aún cuando sea el nivel de las operaciones concretas. Es decir, realizadas sobre objetos materiales. Entonces, el sujeto podrá comprender que hay una compensación: el líquido "sube" menos porque ahora su superficie es mayor. Inclusive puede demostrar que la cantidad de líquido no ha variado, para lo que recurre a la posibilidad de revertir la acción del transvasamiento. Bastaría que se restituyera el líquido del recipiente original para constatar que la cantidad es la misma. Esta forma de razonamiento es claramente operativa. El razonamiento es claramente operativa. El razonamiento se ha desligado de la percepción.

### **Dos Formas de Conocimiento**

Distingamos dos formas de conocimiento:

- Conocimientos contruidos mediante la Experiencia Física en todas sus formas
- Conocimientos Lógico-Matemáticos.

Hay que recalcar que los conocimientos contruidos mediante la estructura física no son copias de objetos materiales o de eventos externos al sujeto hace a partir de la asimilación del objeto o del evento a sus esquemas conceptuales. Cuando el sujeto percibe un objeto, éste adquiere la categoría de observable una vez que el sujeto lo interpreta desde su sistema conceptual. Un actor profesional puede darse cuenta, mientras asiste a una puesta en escena, que la actuación del protagonista es mala, aunque esto no sea claro para los espectadores debido a los "trucos" del protagonista, que disimula su falta de calidad histriónica. Es decir, para ellos, la mala actuación no es observable, aunque este presenciando la puesta en escena. Una persona sin la preparación profesional necesaria, no distingue entre el virus del SIDA y la bacteria del cólera. Estos ejemplos y los diversos que el lector es capaz de imaginar, señalan algo importante: toda observación que hacemos pasa por el filtro de una interpretación. Como ha dicho Hanson (Hanson, N. R, 1977, Pág. 13).

### **Toda Observación está Cargada De Teoría**

Los observables pues, son observaciones interpretadas. Por ello, en ausencia de un marco asimilador (piense en la situación del observador y el microscopio) , el sujeto no atribuye una significación al dato perceptual que permanece entonces al nivel de registro sensorial sin mayores consecuencias cognitivas. Son pues los observables que se producen mediante al experiencia física del sujeto, lo primero que resulta de interés para la elaboración del conocimiento físico. Una vez que estos observables son susceptibles de incorporación a una teoría, entonces se transforman en hechos de esa teoría.

Un dato físico aislado, sin interpretación, es un buen ejemplo de situación caótica.

Sólo la actividad cognitiva del sujeto lo torna inteligible, al transformarlo en un observable. Por aquí empieza la construcción de la realidad, entendida como resultado de la actividad cognitiva del sujeto, que progresivamente coordina sus

puntos de vista, vinculados siempre, eso sí, al mundo de sus experiencias. A este respecto:

"En términos de inteligencia reflexiva, la deducción se organiza y aplica a una experiencia concebida como exterior. De ahí que el universo se constituya en un conjunto de objetos permanentemente vinculados por relaciones casuales situados en un espacio y tiempo la perspectiva del sujeto sobre el universo se transforma radicalmente: del egocentrismo integral a la objetividad, tal es la ley de su evolución". (Piaget, 1995, Pág. 327).

Cuando hablamos de actividad lógico-matemática, no nos estamos refiriendo exclusivamente a la actividad dentro de las disciplinas altamente organizadas como el Álgebra o la lógica proposicional. Nos estamos refiriendo, de manera amplia, al razonamiento del sujeto cuando, por ejemplo, dice que la cantidad de líquido permanece

igual -a pesar de las apariencias en contrario- al transvasarlo de un recipiente con determinada forma a uno de forma totalmente distinta. Lo que el sujeto pone en juego en tal situación es una estructura lógica, al margen del grado de formalización que podamos atribuirle.

Análogamente, cuando el sujeto de cierta edad (cognoscitiva) dice que no hay el número más grande porque dado ese número él podría construir otro más grande sumándole un uno, está razonando matemáticamente. Las estructuras lógico - matemáticas son pues aquellas que el sujeto posee como resultado de la interiorización de sus acciones y de la coordinación de las mismas.

Se pasa de la lógica de la acción (dar un rodeo para evitar un obstáculo, a la edad de tres años, por ejemplo, es poner en marcha la lógica de la acción) a la lógica de las operaciones pues estas son, al final de cuentas, resultado de la interiorización de las acciones. De allí que resulte delicado desvincular los problemas de hecho de los de validación formal. Sin embargo, el nivel de las operaciones solidario del nivel de las acciones, en el sentido que el de las acciones queda subsumido en el de las operaciones.

Aquí aparece una de las características básicas de los procesos de estructuración: cada nivel queda subsumido en el siguiente donde se produce una "resemantización" del nivel anterior. Nos quedaremos aquí, a las orillas de un tema fascinante: las relaciones entre los niveles biológico y cognitivo.

En cuanto al acuerdo entre las estructuras Lógico-Matemáticas y la Experiencia, aparte de la actividad estructurante del sujeto que (re)define el mundo a partir de sus experiencias, habrá que tocar en cuenta que su pensamiento depende de cierto grado de los recursos del organismo por ejemplo, de la estructura de sus

sentidos que le suministran cierta "materia prima" y no otra. Una pregunta que se impone

¿Qué significa la objetividad cuando hemos redefinido al objeto?

En la medida en que el sujeto actúe sobre un determinado objeto, aumentará el grado de objetividad de sus conocimientos sobre dicho objeto pues ese grado no debe "medirse", sino de acuerdo con la forma endógena de conocimiento producido. La objetividad es la del conocimiento endógenos. Pensemos que es la objetividad del sujeto que la organiza, estructura del conocimiento. El universo lógico-matemático no sustituye al universo físico, sino que éste queda sumergido en aquél, y así puede ser mejor explicado.

### **Sobre el Realismo y la Realidad**

Las epistemologías clásicas fundadas sobre el apriorismo o sobre el empirismo son realistas. Es decir, suponen la existencia de una realidad exterior al sujeto cognoscente que, de alguna manera, "arteson" el conocimiento al que el sujeto pueda acceder a través de su interacción con ella. La epistemología genética nunca ha negado la existencia de un mundo exterior al sujeto epistémico; sólo

que concibe al conocimiento de resultado de los procesos fundamentales de asimilación y de acomodación. El resultado es en cada caso, una estructura cognitiva. El mundo a que se encuentra el sujeto es el mundo de las experiencias.

De allí que no se pueda decir que el incremento de organización interna de las estructuras cognitivas “acerque” al sujeto a la verdadera estructura del mundo exterior, sino que lo dota de un conocimiento cada vez más viable (es decir, más adecuado) que resulta de organizar el mundo de sus experiencias. Cuando un sujeto está involucrado en una actividad cognitiva, puede o no tener éxito en sus objetivos. Es entonces allí, en el terreno de la reflexión sobre sus acciones, en donde tiene sentido hablar de verdadero o falso. Nunca a partir de una supuesta correspondencia del conocimiento con el mundo exterior al sujeto epistémico. Así surge la noción de la realidad y objetividad: son nociones que se van generando mediante la actividad del sujeto epistémico. En efecto (Ferreiro, E y García, R. 1978, Pág. 17).

La objetividad no está garantizada en el punto de partida, no coincide con el registro perceptivo directo puesto que no hay registro pasivo de los hechos, y mal podría coincidir con un apartamiento del sujeto. En la concepción epistemológica sustentada por Piaget, un incremento de objetividad será dependiente de un incremento de actividad por parte del sujeto en ningún nivel del conocimiento empírico hay una frontera de limitable entre las propiedades del objeto asimilado y las estructuras del sujeto asimilador. Para conocer, el sujeto debe poseer ciertas

estructuras asimiladoras que funcionan como órganos del conocimiento pero esas estructuras asimiladoras no preexisten en la acción, sino que se constituyen en virtud de los requerimientos de la acción.

En el lenguaje cotidiano se presenta una fuerte tendencia a la substantivación. Por ejemplo, si una bailarina se mueve cadenciosamente, decimos que los movimientos son cadenciosos. Es decir, posee movimientos acompasados. Si una persona le duele la cabeza, diremos que tiene un dolor de cabeza. En lugar de “mover” usamos “movimientos”, en lugar de “doler” usamos “dolor”. Esta tendencia a sustantivar, a crear cosas, seguramente es causa del realismo de las epistemologías clásicas. Quizá de aquí pueda surgir una estrategia para entender la epistemología genética. Se trataría de recuperar los verbos: en lugar de conocimiento objetivo, mejor hablemos de “objetivar”; en lugar de conocimiento mejor hablemos de “conocer”; en lugar de realidad, mejor hablar de “realizar”; en lugar de verdad, mejor hablemos de “verificar”, etc. Todos estos verbos son acciones (cognitivas) que realiza el sujeto cognoscente. Por eso decíamos que un incremento de actividad del sujeto comporta un incremento de objetividad: en este caso, la actividad del sujeto se confunde con objetivar.

## ANEXO 2

### Lecturas

#### LECTURA 1

##### GENERALIZACIÓN O INDUCCIÓN

Ha sido común el presentar como opuestos los procesos de inducción y de deducción. Especialmente en la filosofía moderna, preocupada por determinar el origen del conocimiento y el método más seguro para encontrar la verdad, el problema adquirió caracteres de agudeza extrema. Los grandes pensadores con los que se inicia la modernidad, Bacon, Galileo y Descartes, se oponen al método escolástico y al silogismo. Bacon, es, como se sabe, el que ha de desarrollar más claramente un nuevo método que tenga por base la inducción.

Cabe hacer notar que en la vida cotidiana utilizamos constantemente toda la inducción como la deducción. De lo que aquí se trata es de sistematizar y ordenar correctamente el manejo de los principios metodológicos.

Bacon ha sido llamado el creador del método inductivo, en tanto que postula una forma de inducción (generalización) que rechaza la inducción vulgar o por enumeración simple. En efecto, obtener por medio de la inducción un juicio válido es relativamente fácil en el caso de que la clase de objetos a que la enumeración se refiera sea finita: los mesa bancos de una sala de clase, las órbitas que describen los planetas del sistema solar, etc. el asunto se complica cuando la generalización se hace sobre una clase infinita. En estos casos, la inducción corre el riesgo de ir más allá de los límites correctos se habla entonces, de un "salto inductivo".<sup>1</sup> El "salto" se da precisamente porque de enunciados acerca de algunos se pasa a enunciados acerca de todos; se trata, pues, de un problema de extensión de la generalización hecha y, en último término, podría decirse que este "salto inductivo" es una interferencia deductivo.

---

<sup>1</sup>Marx Wartofsky, Introducción a la filosofía de la ciencia, Op. Cit. Pág. 279.

La inducción científica o baconiana no se limita a plantear, por consecuencia, sólo aquellos casos en los que el fenómeno aparezca (tabla de presencia) , sino también en aquellos otros en los que el fenómeno, debiendo aparecer según la tabla de presencia, este ausente (tabla de ausencia). De esta manera, cuando se incluyen los ejemplos o los casos negativos en el método de la generalización inductiva, se convierte a este en un método de contrataciones , que intenta eliminar la falsas generalizaciones, dejando en pie sólo aquellas que han resistido la prueba de contrarestación. Este es el método de la llamada, por J. Stuart Mill, "inducción eliminatoria" que conduce incluso, al descubrimiento y prueba de relaciones casuales.<sup>2</sup>

Conviene subrayar, entonces, que la inferencia inductiva (generalización) que siga estos procedimientos puede concluir, en el mejor de los casos, con enunciados de condición suficiente, pero no con enunciados de condición al propio tiempo suficiente y necesaria. Esto fue observado por muchos pensadores (Leibniz, entre otros); Leibniz oponía los juicios de razón a los de hecho y decía que mientras los primeros eran necesarios y su opuesto imposible, los segundos eran contingentes y su opuesto posible.<sup>3</sup> Sin embargo, el camino de la ciencia ha mostrado que los juicios pueden, dentro de determinadas condiciones, ser al propio tiempo originados en la experiencia (inducción, generalización) y válidos dentro de sus límites, al menos con cierto grado de probabilidad.

Para los efectos del proyecto, convendrá, pues, poner de relieve el que, pese a las limitaciones que de suyo lleva al proceder a la generalización, es imprescindible hacerlo si se desea pasar de la enumeración simple al establecimiento de proposiciones más complejas y universalmente válidas. Siempre y en todos los casos, y por lo tanto, una proposición inferida de su conjunto finito de hechos observados, que pasa de un nivel general, extraña consecuencia de su limitación (extensión); esté es uno de los aspectos fundamentales de la investigación científica. Kant, por ejemplo, supuso, a partir de los resultados de la matemática, la geometría y la mecánica Newtoniana (a la que le daba el nombre de "ciencia natural pura"), que sus conclusiones eran originadas en la experiencia por, además, poseían la característica de ser válidas con independencia de toda experiencia nueva posible. Así postuló la existencia de un tipo de juicios que reunía las características de los empíricos (o sea, que ampliaban el conocimiento porque eran sintéticos), al propio tiempo que los analíticos (porque tenían validez universal o a priori).<sup>4</sup>

---

2 John Stuart Mill ha sido considerado, como se sabe, el "legislador de la inducción" .

3 Leibniz, *Príncipes de la philosophie ou Monadologie*, edición de A. Robinet, PUF, París, 1954,

parágrafos 31-33.

4 Kant, Prolegómenos a toda metafísica futura, trad. Julián Besteiro, Aguilar, Madrid, 1954; Crítica

Interdependientemente del error cometido por Kant cuando postula juicios de carácter tales que ninguna nueva experiencia podría modificar, es lo cierto que su planteamiento encierra un aspecto de máxima importancia, a saber, el que se refiere a la necesidad de que los juicios de la experiencia, por ello inductivos, puedan adquirir el rango de universalidad y valer por encima de las contingencias particulares.

Por tanto, en la interferencia se establece la relación entre lo universal y lo particular, partiendo precisamente de esta última categoría ontológica y gnosológica.

El problema podría, por consecuencia, formularse así: ¿Cómo y en qué condiciones es posible generalizar partiendo de los hechos particulares observados?, ¿Todos los fenómenos observables deberán comportarse como estos pocos que se examinan?, ¿Un número mayor de casos positivos aumenta la confirmación de una hipótesis?, en todo caso, cabría señalar que el método inductivo lleva consigo, por necesidad, una autocorrección constante y crítica, al idea de que posee un límite de extensión y en intensidad. En último término, la mayoría de los juicios, leyes y teorías elaborados por la ciencia ha sido producida por medio de la interferencia inductiva (generalización), a partir de datos rigurosamente examinados y contrastados con la experimentación.

Dentro del presente trabajo, es necesario plantear formas pedagógicas por medio de las cuales los alumnos, en grados crecientes de complejidad, examinen los postulados mismos de la inferencia inductiva y practiquen el tipo de juicio característico de la inducción, apoyado en la contrastación. Por supuesto, no se trata de que asimilen la teoría lógica de la inducción sea la base implícita, es decir, que se establezcan procedimientos que permitan a los educando el manejo de la inferencia inductiva. De manera constante y cotidiana; en los primeros grados pre reflexivamente, en los superiores con su necesario correlato reflexivo. Así, debería pasarse del examen de las clases finitas (enumeración completa, por ejemplo, cierto tipo de objetos de una caja) a clases más infinitas (enumeración simple) a clases más amplias, eventualmente infinitas (enumeración simple) hasta llegar a preguntas más complejas que permitieran la contrastación de los postulados positivos con los negativos.

Podrían ponerse casos ejemplificadores: el de la salida del sol es típico (¿En qué se apoya el juicio de necesidad que establece que el sol debe salir porque lo hayamos visto salir n



número de veces?). Pero igualmente se podrían proceder con, supóngase, el color de las hojas de los árboles o de un árbol (¿Es legítima la

---

de la razón pura, trad. Manuel Fernández Nuñez, El ateneo, Buenos Aires, 1961.

conclusión de que, a partir de la observación de que  $n$  hojas de  $n$  árboles son verdes, todas las hojas de todos los árboles lo son?).

Habría que mostrar, en todo caso, el educando cómo continuamente, en la vida cotidiana, se hace uso, aún cuando se hace en forma inconsciente, de inferencias inductivas (que generalizan); y cómo el lenguaje habitual está cargado de términos que denotan universalidad. Más adelante se examinará la relación de inducción con la deducción.

## INTERPRETACIÓN

Ya se ha puesto de relieve, en otros apartados del presente ensayo, que no existen datos "puros", que hasta en el nivel más simple de la percepción los datos aparecen en un campo, un "fondo" del que se destacan.

Es obvio, además, que los objetos que se ofrecen en la percepción se encuentran inciertos en un marco de referencia más amplio, que es el que otorga su lugar y dentro del cual aparecen como si significativos. El niño constrúyelos conceptos; en un principio, por ejemplo, carece de las nociones abstractas de tiempo y de espacio, que implican relaciones complejas. "A partir del momento dice Jean Piaget en que se advirtió que para adquirir las estructuras lógicas las nociones de número, espacio, velocidad, tiempo y casualidad, las invariables físicas, las nociones del azar y probabilidad, etc. El niño no se limita en modo alguno a recibir ya hechos estos conocimientos por transmisión educativa y que, a falta de toda idea innata, se encuentra en la obligación de elaborarlos para eso, de acuerdo con procesos relativamente espontáneos, el modo de construcción de esas estructuras reveló ser muy instructivo en sí mismo desde el punto de vista de los problemas generales de la epistemología".

Entonces si le niño no se limita a recibir pasivamente las estructuras sino a elaborarlas, es decir a recrearlas, de lo que se trata es de postular un método por medio del cual pueda más fácilmente construirlas. Existe, pues una evolución, un desarrollo de las mismas formas o estructuras lógicas, en el niño y en la sociedad en general. Este desarrollo se encuentra asociado a, por lo menos, dos aspectos relevantes: el desarrollo mismo del

lenguaje y su estructura, en el que se expresa el pensamiento; la transformación material que la sociedad hace de la realidad, es decir, el trabajo que se le incorpora a los objetos que se ofrecen en la percepción.

---

Jean Piaget, *Naturaleza y métodos de la Epistemología*, trad. Hugo Acevedo, Editorial Proteo, Buenos Aires, 1970, p. 63.

Los empiristas pusieron el acento en la tesis de que nada hay en entendimiento que antes no haya pasado por los sentidos.<sup>6</sup> Pero Leibniz mostró que si bien es cierto que la experiencia es la que proporciona los datos de la conciencia, o sea, que cuanto hay en el entendimiento ha pasado por los sentidos, existe algo que no ha seguido este proceso: el entendimiento mismo; nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu, excipe: nisi ipse intellectus.<sup>7</sup> En el planteamiento empirista se da por supuesto el que el entendimiento recoge o copia las "ideas" que existían ya, previamente, como tales, en la realidad. En el planteamiento racionalista, en cambio, se postula la acción o espontaneidad de la conciencia que constituye estas ideas.

Sin embargo, ambos planteamientos dan por sentado que existe algo invariante.

En el caso de Leibniz, lo que se supone como invariante es el entendimiento mismo y sus estructuras. Al contrario, lo que cabe señalar es que el entendimiento mismo se desarrolla y que este desarrollo está directamente vinculado a las condiciones (materiales y espirituales) de existencia de la sociedad.

Así, cuando se afirma que no existen datos "puros", lo que se quiere decir es que estos datos aparecen en un trasfondo social, que les otorga significación. La "salida" del sol interpretada por los prehispánicos, dentro de una mentalidad mágica, como el esfuerzo realizado por un ser dotado de voluntad propia para escapar de las aguas subterráneas; el águila solar había que ayudarla mediante ritos mágicos (humo de tabaco o copal de sangre de orejas y narices, durante todas las noches); hoy "vemos" la "salida" del sol en torno a un marco de referencia, interpretamos de manera distinta el mismo fenómeno. Los médicos medievales, al tomar el pulso a los pacientes, interpretaban el fenómeno como una demostración de lo que llamaban la "versión pulsífica de las arterias", William Harvey, en cambio, mostró que las arterias, igual que las arterias, igual que las venas, contenían

sangre: "De la masa de sangre que resulta de los cálculos razonables que hemos hecho, basados en la cantidad lanzada en cada pulsación y en el número de pulsaciones contadas, resulta imposible hacer ninguna otra interpretación como no sea la del total de dicha masa sanguínea debe pasar de las venas a las arterias, atravesando por el corazón e igualmente por los pulmones", y añade "a menos que niegues lo que ves con tus ojos".<sup>8</sup>

---

6 John Locke, siguiendo la vieja tesis Aristotélico - escolástica, en contra de la teoría cartesiana de las ideas innatas.

7 Leibniz, *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, Op. Cit. Pág. 92.

8 W. Harvey, *Del movimiento del corazón*. Edición de José Joaquín Izquierdo, Problemas Científicos y Filosóficos, UNAM, México, 1960, p. 165.

A menos que niegues lo que ves con tus ojos: muchas veces, se niega lo que la percepción proporciona porque se opone a una idea preconcebida, a una teoría generalmente aceptada; porque se interpreta como un dato más que confirma y no que contradice el marco conceptual de referencia.

Para conocer, pues, hay que interpretar; y para interpretar hay que construir conceptos. En este sentido, el presente proyecto tiende a poner el acento en la capacidad creadora de los educando. No se trata de "registrar" los "datos", sino de interpretarlos. "Un descubrimiento es en general una relación una relación imprevista que no se encuentra comprendida en la teoría, porque si lo estuviera, estaría prevista" dice Claude Bernard.<sup>9</sup> El método, ciertamente, por sí mismo, no engendra ni descubre nada; no es una regla, un algoritmo, como fue señalado páginas atrás; lo que le sucede es que un mal método puede disminuir las posibilidades de hacer descubrimientos, mientras que uno correcto las aumenta.

Por ejemplo, sabemos perfectamente cómo no fue Lavoisier el primero que fabricó experimentalmente el oxígeno; tanto Priestley como Scheele, uno en Inglaterra y el otro en Suecia, "vieron" ese "aire exento de logisto", pero no supieron qué era, colocaron su "descubrimiento" en el marco teórico de la química "logística", precientífica. Lavoisier, en cambio, interpretó el hecho de manera distinta y con ello derrumbó la estructura anterior de la química, echando las bases de la química científica.<sup>10</sup> Puede, por consecuencia, decirse que "incluso para los 'accidentes'

hay que estar apercebido, ya que de otro modo no se los advertiría, no serán jamás otras cosas que accidentes".**11**

La interpretación es, pues, uno de los aspectos básicos del método científico. Implica la necesidad de establecer relaciones entre los hechos observados y la teoría existente; la necesidad de elaborar, en algunos casos, una nueva teoría, más coherente y amplia que la anterior, dentro del cual los nuevos datos queden subsumidos. Sin embargo, cabe hacer notar que interpretar no significa subsumir, o sólo subsumir. Una teoría interpretativa añade, a la categoría de la subsunción, la explicación del *modus operandi*, o sea, un nivel más profundo de comprensión de la realidad.**12**

Es cierto que estos niveles profundos de interpretación difícilmente pueden alcanzarse en el ciclo de la enseñanza primaria; pero no es menos cierto que,

---

9 Medicina experimental, edición de José Joaquín Izquierdo, Problemas científicos y Filosóficos,

UNAM, México, 1960, Pág. 165.

10 Thomas S. Kuhn, La estructura de las revoluciones científicas, op. Cit., cap.VI.

12 Mario Bunge, la investigación científica, op. Cit., pp. 584 ss.

siguiendo los necesarios grados de complejidad y dificultad, es posible establecer formas pedagógicas que incentiven a los educando para interpretar fenómenos, en un principio sencillos, posteriormente más complicados. No ofrecer "resultados", mostrar caminos para que el alumno los elabore por sí mismo es lo que pretende este proyecto.

## **DEDUCCIÓN**

El proceso deductivo conoció, antes que el inductivo, en lógica, una sistematización más plena. La ciencia antigua desarrolló el uso sistemático del concepto porque descubrió las enormes posibilidades que se encerraban en el correcto manejo de lo general. Frente a la arbitrariedad subjetiva y el conocimiento científico. Y ese paso fue dado por Sócrates en su polémica con los sofistas. Fue, sin embargo, Aristóteles el que estableció las reglas fundamentales de la deducción, en lo que lo general se abre paso hasta lo individual o lo particular deben quedar subsumidos en el postulado general, del cual se presentan como un caso.

Se parte, pues, de una premisa mayor en la que se contienen todos los casos posibles, que se enlazan a través de una premisa mayor en la que se contienen todos los casos posibles, que se enlazan a través de una premisa menor con objeto de obtener una conclusión que puede variar en extensión, es decir, ser particular o individual.

Ha sido señalado reiteradas ocasiones que el método silogístico no sirve para encontrar conocimientos nuevos y que, en última instancia, es, más bien, un método de demostración, que ahorra innecesarias repeticiones. Cabe señalar, por lo tanto, que la inferencia

deductiva, en tanto que la conclusión lograda por ella es de menor generalidad que las premisas de la que parte, es una operación lógica, de carácter analítico. Si se sigue la formula kantiana, tendría que decirse que en esta formula de juicio no se añade, en el predicado, nada que antes no hubiera estado contenido en el sujeto. Dicho en otros términos: los juicios analíticos, apoyados en los principios lógicos de identidad y no contradicción, permiten obtener, de premisas generales, conclusiones menos generales (restringidas en extensión). Sin embargo, ha sido señalado también que "los juicios utilizados como premisas en las inferencias deductivas, proceden de la generalización de resultados experimentales previamente obtenidos y, por ende, sus conclusiones establecidas a través de inferencias inductivas".**13**

---

Eli de Gortatari, lógica general, Grijalbo, op. Cit., p. 146.

De Gortari distingue siete clases de inferencias deductivas, que no es el caso de examinar aquí.**14** Lo que sí conviene mostrar es cómo la inducción y la deducción se apoyan y se condicionan mutuamente. "La premisa mayor es correcta, dice Hegel- sólo porque la conclusión es correcta y en la medida en que lo es antes de que la premisa mayor pueda valer como correcta, hay que preguntarse con antelación si aquella conclusión misma no será una instancia en contra de ella".**15**

Sin embargo, cabe señalar que en todo juicio que sigue la forma lógica general "es P" se establece el principio de identidad entre diferentes, o sea, se postula la identidad parcial entre el sujeto y el predicado, precisamente a través de la cópula. "en la proposición: La rosa es fragante, el predicado expresa solamente una de las muchas propiedades de la rosa, la aísla, mientras en el sujeto (es decir, en la rosa misma) se halla vinculada con las otras", o sea, el color, la figura, etc.

Sí, entonces, los juicios que se utilizan en las premisas han sido previamente obtenidos mediante inferencias inductivas, no tienen por qué repetirse el procedimiento, una vez que estos han sido probados.

Partir de lo general, para encontrar una conclusión de menor extensión, es una operación lógica que forma parte de nuestras locuciones cotidianas. "En las ciencias hay, desde el punto de vista experimental, ideas que se han llamado a priori porque son el punto de

partida del razonamiento experimental; pero desde el punto de vista de la ideogénesis, son en realidad ideas a posteriori. En una palabra, la inducción ha debido ser la forma del razonamiento primitivo y general”.<sup>17</sup> Bernard establece que tanto la inducción como la deducción pertenecen a las ciencias y que en la práctica misma del investigador experimental resulta en extremo difícil, como no sea por necesidades de conceptualización, separar la una de la otra. Podría, pues, decirse que la inducción y la deducción son sólo fases diferentes, pero no antagónicamente opuestas, del proceso de la investigación científica ( y del conocimiento humano en general), que se resuelven la una de la otra aunque se encuentren constantemente en pugna; es la pugna entre lo individual, lo particular y lo universal; la pugna entre lo abstracto y lo concreto.<sup>18</sup>

En este sentido, es necesario establecer operaciones lógicas que combinen las inferencias inductivas y las deductivas.

---

Ibídem.

15 Hegel, Ciencia de la Lógica, op. Cit. tomo II, p. 399.

16 Hegel, Ciencia de la Lógica, op. Cit., tomo II, p. 320.

17 C. Bernard, op. Cit., p. 175.

18 Ver Eli de Gortari, introducción a la lógica dialéctica, FCE, México, 1956, pp. 232.

## ANÁLISIS Y SÍNTESIS

Frecuentemente se utiliza el concepto análisis o el verbo analizar con el sentido de examen o de examinar; tal uso cotidiano muestra la generalización de que ha sido un método científico que es producto típico de la edad moderna. En sentido riguroso, análisis significa descomposición, o sea, el proceso metodológico por medio del cual se divide un todo complejo en aquellas partes simples que lo componen.

De igual manera, es habitual el empleo del concepto síntesis o del verbo sintetizar con el sentido de resumen o de resumir ;este uso común también revela el impacto, en la mentalidad cotidiana, de un proceso metodológico producido en la modernidad.

En sentido radical, la síntesis está indisolublemente ligada al análisis y es, por decirlo así, su contraparte. Después de “descomponer” un problema en sus partes componentes simples, es decir, después de analizarlo, Descartes planteaba la necesidad de seguir el camino inverso, o sea, “componerlo”, sintetizarlo.<sup>19</sup>

Este procedimiento metodológico es de utilidad extrema y conviene instrumentar modelos pedagógicos que reflejen el doble camino del análisis y síntesis, pues en muchas ocasiones los problemas complejos se vuelven más fáciles de solucionar cuando se muestran desglosados, es decir, descompuestos en partes más simples.

### **Problemas de Construcción**

En la sucesión histórica de la ciencia, fundamentalmente en los últimos siglos, han proliferado y proliferan aún nuevos conceptos, nuevas definiciones dentro de nuevos marcos teóricos, construcciones imaginarias o reales, que han puesto en crisis la vulgarización o la simplificación del conocimiento científico. Las teorías se sustituyen sucesivamente unas por otras, algunas definiciones cambian y la nomenclatura matemática se vuelve más compleja. El lenguaje matemático sustituye constantemente a la descripción cualitativa, de tal manera que el sentido común se sustituye por lo que se considera un marco conceptual "científico".

Esos nuevos marcos se construyen y se reconstruyen, permiten interpretaciones que buscan exposiciones más sistemáticas. Los lenguajes anteriores son sustituidos por nuevos lenguajes, cambian los símbolos y se enriquecen los elementos cuantitativos o formales. Por ejemplo: la mecánica Newtoniana fue la

---

19 René Descartes, Discours de la méthode, segunda parte.

gran síntesis, la aportación sistemática de una serie de esfuerzos para sustituir todo un marco que, bajo nuevas observaciones, experimentaciones y entidades matemáticas, se habían derrumbado.

La nueva mecánica universal proporcionó un marco conceptual sistemático. Las construcciones imaginarias o reales, o las conjeturas en torno a la naturaleza de los objetos, dan lugar a la aparición de nuevos conceptos, ayudan a la interpelación de hipótesis y, sobre todo, dan las bases para nuevas teorías. Sea que las teorías se consideren una forma de aproximación a la realidad o que sean esencialmente construcciones ideales, el conocimiento científico se amplía en varias directrices. La importancia, incluso en la práctica, del aspecto teórico de la ciencia viene del hecho de que la acción debe ser inmediata y de que tiene lugar en circunstancias que son excesivamente complicadas. Si esperamos que lleguen las necesidades de la acción antes

de comenzara arreglar nuestras ideas, en la paz perderemos nuestro oficio, y en la guerra perderemos la batalla.

“El éxito en la práctica depende de los teóricos que, conducidos por otros motivos de explotación, han llegado antes y por alguna buena suerte han dado con las ideas pertinentes”.

### **Aparición de Nuevos Conceptos**

En el desarrollo de la unificación de las ciencias, la aparición de conceptos o la reelaboración de los mismos no es un fenómeno dependiente, autónomo, sino que se inserta en diversas coyunturas históricas. La búsqueda para independizarse de lenguajes religiosos o metafísicos, de principio teológicos o dogmáticos, se vincula también a la aparición de nuevos conceptos, de rompimientos de lenguajes y posiciones caducas. El descubrimiento de los rayos X, de los materiales radioactivos, al velocidad de la luz y la variabilidad de la masa, entre otros aspectos, contribuyeron a construir una nueva concepción del universo, ayudaron a romper, por decirlo así, las pretensiones universales de la mecánica clásica.

## **LECTURA 2**

### **ES ECONÓMICA**

Las palabras designan objetos presentes y ausentes, y todos aquellos que comparten las mismas o parecidas características. “Hombre” es una sola palabra que designa los cinco mil o más millones de hombres que tiene la tierra en este siglo XX. La palabra y el concepto “silla” se refiere a muchos objetos dados en el

espacio y en el tiempo, y también a los que existen solamente en la imaginación, siempre y cuando sean reflejo de la realidad. El jefe de cualquier negociación ahorra no sólo pensamientos, sino también movimientos corporales, cuando piensa y pronuncia la palabra “ve” para indicar a uno de sus empleados que se presente a cierta diligencia en algún departamento. El científico, mediante una ecuación, puede recoger todo el fruto del pensamiento científico de una generación.

¿Cómo podrían conservarse todas las aportaciones científicas sin la economía que proporciona la abstracción lingüística y conceptual?

### **POSIBILITA EL JUICIO Y LA ELECCIÓN RACIONAL**

Lo racional, aunque en ocasiones parta de lo real, puede en un momento separarse y moverse libremente. Se podría seguir teniendo la palabra y el concepto de la silla, aunque no quedara una sola que fuese de naturaleza física.

Esta separación de lo real crea una configuración, esquema o modelo que puede aplicarse independientemente de la situación real que lo hizo posible. Cuando una persona al pasar



por algún sitio, ve escrito con grandes letras un aviso que dice peligro, lo que hace inmediatamente es detenerse atendiendo la advertencia, y llevar luego a la acción su pensamiento que le invita guardarse el peligro y evitarlo.

Quienes hicieron la advertencia se basaron en algunos casos reales o posibles.

“Los objetos de dicha elección deliberada ya no son imágenes perceptivas, sino juicios abstractos, y además, dichas elecciones ya no se encuentran gobernadas simplemente por el instinto o el hábito, sino que pueden venir determinadas por razones conscientes. En pocas palabras: las posibilidades del juicio racional y de la elección racional quedan ahora abiertas”.

### **ABARCA AMPLIAS RELACIONES TEMPORALES**

La separación racional de lo real vale tanto para el espacio como para el tiempo.

Lo pasado, lo presente y lo futuro son aprehendidos para nuestras configuraciones racionales que, con ayuda de la memoria y la imaginación, hacen posible alterar nuestro tiempo real. Yo puedo imaginar a Napoleón vestido a la usanza hippie, y reírme por lo irracional de mi ocurrencia. La ley nos habla de la caída de los cuerpos nos relaciona con el mundo real en forma más ordenada, y no veo la posibilidad de que dentro de cien años no se cumpla esta ley.

### **FORMA DE CAPACIDAD REFLEXIVA**

Lo racional no es sólo la utilización de palabras, conceptos y símbolos, sino también una actividad que consiste en cuestionar todo lo que se somete a su consideración. ¿Por qué ocurre esto así y no de otra manera? ¿Por qué el plomo se sumerge en el agua, y la madera no? “Para comprender por qué ocurre así, y dar una explicación, se requiere dar una explicación adicional sobre los propios conceptos, reflexión adicional sobre los propios conceptos, reflexión que denota la presencia de la inteligencia y los comienzos de la investigación científica teórica”.

Wartofsky añade otras notas para caracterizar lo racional; pero creo que las transcritas son suficientes. Gracias a la capacidad de reflexión del hombre, la ciencia puede aplicar en la práctica sus aspectos empíricos y racionales.

“Pero en las ideas únicamente cobran vida y eficacia cuando se convierten en Acciones prácticas. La actividad racional no es autónoma ni independiente, sino que se basa y se desenvuelve en la actividad práctica. Para que la actividad práctica sea fecunda, se requiere desarrollar racionalmente el conocimiento; pero siempre de manera que la realidad objetiva quede reflejada en el pensamiento. sin embargo, el conocimiento científico no se limita a expresar los resultados en la práctica, sino que formula previsiones sobre el futuro de la misma práctica y anticipa racionalmente sus posibilidades”.

Ejercicio

Anotar un ejemplo que muestre la diferencia entre palabra, concepto y símbolo.

¿En qué consiste la abstracción?

Enumera y explica las ventajas que reporta el aspecto racional, según Wartofsky.

### **LECTURA 3**

#### **ANÁLISIS, SÍNTESIS, INDUCCIÓN Y DEDUCCIÓN. INDUCCIÓN Y DEDUCCIÓN: SU VINCULACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

En el proceso de la investigación científica se utilizan diversos métodos y técnicas según la ciencia particular de que se trate y de acuerdo a las características concretas del objeto de estudio. Existen, sin embargo, métodos que pueden considerarse generales para todas las ramas de la ciencia en tanto que son procedimientos que se aplican a las distintas etapas del proceso de investigación

con mayor o menor tesis, según el momento en que este se desarrolle. Estos métodos son el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción.

En el capítulo quinto se mencionó que tales métodos, de acuerdo a la perspectiva marxista, son procedimientos de que se vale el método dialéctico en el proceso de conocimiento de la realidad concreta. Por ello, no debe olvidarse este planteamiento ya que la aplicación aislada de uno u otro de estos métodos es insuficiente para aprehender la verdad si no se toman en cuenta las categorías de la dialéctica marxista que dan cuenta de las características de la realidad y orientan aplicación del análisis y la síntesis, la inducción y la deducción.

En el proceso de la investigación científica estos métodos se encuentran vinculados de tal manera que no pueden concebirse como "todos puros" ya que el pensamiento pasa de uno a otro en forma a veces simultánea debido a que la investigación no es un proceso lineal simple, sino complejo en donde se va de un nivel de abstracción y concreción a otro. Este movimiento que se da en el pensamiento permite pasar de formas elementales de conocimiento a planteamientos que trascienden la experiencia sensible para proyectar la esencia de los procesos y objetos.

Con el propósito de que la exposición resulte mas clara, se hará en primer momento una aproximación al estudio de estos métodos comentándolos según lo ha establecido la tradición científica. Análisis, síntesis, inducción-deducción. En un segundo momento se tratará de mostrar como los cuatro métodos se encuentran estrechamente vinculados en el proceso de investigación y gracias a ello es posible el conocimiento científico de la realidad.

#### **Análisis y Síntesis**

Analizar significa desintegrar, descomponer un todo en sus partes para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como las relaciones entre sí con el todo. La importancia del análisis reside en que "para comprender la esencia de un todo hay que conocer la naturaleza de sus partes". El todo puede ser de diferente índole: un todo material, por ejemplo, determinado organismo, y sus partes constituyentes: los sistemas, aparatos, órganos y tejidos, cada una de las cuales puede separarse para llevar a cabo un análisis mas profundo (esto no significa necesariamente que un aparato u órgano tenga que separarse físicamente del resto del organismo; en otras palabras, aislar un órgano o aparato significa aquí que no se tomen en cuenta las demás partes del todo). Otros ejemplos de un todo material son: el agua que puede descomponerse en hidrógeno y oxígeno; la sociedad y su partes: base económica (fuerzas productivas y relaciones sociales de producción) y superestructura (política, cultura, religiosa, moral). La sociedad

es un todo material en tanto que existe fuera e independientemente de nuestra conciencia.

El todo puede ser también racional, por ejemplo, los productos de la mente: las hipótesis, leyes y teorías. Descomponemos una teoría según las leyes que la integran; una ley o hipótesis, según las variables o fenómenos que la vinculan y el tipo de relaciones que establecen. Por tanto, puede hablarse de análisis empírico y análisis racional. El primer tipo de análisis conduce necesariamente a la utilización del segundo tipo; por ello se le considera como un procedimiento auxiliar del análisis racional.

El análisis va de lo concreto a lo abstracto ya que mediante el recurso de la abstracción pueden separarse las partes (aislarse) de todo así como sus relaciones básicas que interesan para su estudio intensivo (una hipótesis no es un producto material, pero expresa relaciones entre fenómenos materiales; luego, es un concreto de pensamiento) .

En el análisis pueden vincularse diversos procedimientos empíricos (encuesta, observación) y racionales (método comparativo).

Por ejemplo la información que proporciona una encuesta se analiza según hipótesis y objetivos planteados. Por lo regular se produce analizar primero los datos generales, después la información que se refiere a los aspectos y relaciones que involucran las hipótesis (puede examinar se cómo se vinculan dos o más situaciones empíricas: el hecho de trabajar o no y el nivel de participación en clase); así mismo, pueden establecerse comparaciones con fenómenos semejantes (por ejemplo el proceso de enseñanza - aprendizaje) que se presentan en otras circunstancias con el objeto de buscar semejanzas y diferencias; finalmente se realizan síntesis parciales donde se reúne información sobre los comunes para pasar después a establecer síntesis más amplias y profundas al comprobarse o ajustarse las hipótesis.

Herman señala que la investigación analítica comienza con la obstrucción de un hecho o un fenómeno. De esta manera pasamos a la descripción de lo que vemos o lo que encontramos. Pero este acto ya encierra otra cosa: el examen critico del objeto de nuestro interés. Y para poder examinarlo realmente con ojos críticos, tenemos que descomponerlo, analizarlo en el sentido propiamente dicho, a fin de conocerlo así en todos

sus detalles y aspectos. Es muy posible que el paso siguiente sea la enumeración de las partes que resulten del análisis anterior. En seguida tenemos que ordenarlas, es decir; comprenderlas una y otra en su posición. Y al hacer

esto, se impone como lógica y natural una adecuada clasificación. Y continúa Hermann diciendo que: con todo esto ya hemos avanzado en forma tal que nos será posible explicar lo que hemos encontrado, por su origen, por las condiciones de su desarrollo o existencia o por lo que significa o representa. Para completar esta parte de nuestra investigación, se nos ocurrirá hacer comparaciones, buscar analogías o discrepancias con otros hechos o fenómenos. Así, logramos establecer relaciones.

A partir de aquí pueden formarse hipótesis, es decir, establecer tesis, pero en este momento se está en presencia ya de otro método sintético y se ha pasado a éste en forma espontánea.

La síntesis significa reconstruir, volver a integrar las partes del todo, pero esta operación implica una superación respecto a la operación analítica, ya que no representa sólo la reconstrucción mecánica del todo, pues esto no permitiría avanzar el conocimiento; implica llegar a comprender la esencia del mismo, conocer sus aspectos y relaciones básicas en una perspectiva de totalidad.

“No hay síntesis sin análisis” sentencia de Engels, ya que el análisis proporciona la materia prima para realizar la síntesis. Al reconstruir un organismo vivo según sus diferentes partes podemos alcanzar una mayor comprensión de su organización, de sus relaciones e interacciones y nuestro concepto de organismo como un todo que abarca entonces a otros conceptos (sistemas, órganos, tejidos) y es por tanto más complejo y más concreto a la vez (obsérvese que la síntesis al igual que el análisis aunque sean materiales, implican una comprensión racional de las cosas).

La integración del oxígeno y del hidrógeno proporciona una sustancia nueva (agua) que implica algo diferente al oxígeno y al hidrógeno, pero a la vez no puede constituirse si no es tenido como base estos elementos. La sociedad mexicana es una totalidad concreta compuesta de diferentes partes entre las cuales existen diversa relaciones: la ley de la correspondencia entre la base económica de la superestructura establece una síntesis (ley) que permite comprender mejor diversas instancias sociales y sus recíprocos nexos. La sociedad es un todo material que descomponemos, separamos (análisis), en la mente para estudiar cada parte en forma intensiva a fin de poder establecer síntesis; de aquí se sigue que un todo material no necesariamente tiene que separarse físicamente a fin de observar sus partes (por ejemplo las partes de un ser vivo) y poder así estudiarlas, ya que estas se encuentran indisolublemente ligadas en la vida real (no podemos separar en la realidad al estado, las leyes y la política de la base económica, esto es, de la forma cómo los hombres producen, distribuyen y consumen los productos y las relaciones que se establecen entre ellos; la

separación, como ya se dijo antes, se realiza sólo en la mente del hombre vía del recurso de la abstracción).

Respecto de las síntesis racionales, por ejemplo, una hipótesis, ellas vinculan dos o más conceptos, pero los organiza de una forma determinada; los conceptos desnutrición y accidentes de trabajo al vincularse pueden dar como resultado una hipótesis: a medida que aumenta la desnutrición de los obreros, se incrementa la tasa de accidentes de trabajo. La hipótesis es una síntesis que puede ser simple o compleja. Así mismo, todos los materiales pueden ser simples (un organismo unicelular) o complejos (un animal mamífero); las sociedades pueden ser relativamente simples (una comunidad primitiva) o complejas (una sociedad industrial).

La síntesis sea material o sea racional, se comprende en el pensamiento; por ello, es necesario señalar que "el pensamiento, si no quiere incurrir en arbitrariedades, no puede reunir en una unidad sino ellos elementos de la conciencia en los cuales cuyos prototipos reales—existía ya previamente dicha unidad. Si reúno los orillos de los zapatos bajo la unidad de "mamíferos" , no por ello consentiré que tengan glándulas mamarias".

La síntesis va de lo abstracto a lo concreto, o sea, al reconstruir el todo en sus aspectos y relaciones esenciales permite una mayor comprensión de los elementos constituyentes. Cuando se dice que va de lo abstracto a lo concreto quiere significarse que los elementos aislados se reúnen y se obtiene un todo concreto real (por ejemplo, el agua) o un todo concreto de pensamiento (una hipótesis o ley). En otros términos,

Lo "concreto" (es decir el movimiento permanente hacia una comprensión teórica cada vez más concreta) es aquí el fin específico del pensamiento teórico. En tanto que es un fin de tal naturaleza, lo "concreto" define como ley la manera de actuar del teórico se trata de una acción mental naturalmente) en cada caso particular, por cada generalización tomada aparte.

Puede decirse que por tanto que "desde el punto de vista, lo «abstracto» no es el fin sino el medio del proceso teórico, y cada acto de realización (es decir, la reducción de lo concreto a lo abstracto) crece como un momento desvanecer en el movimiento general".

El análisis y síntesis se contraponen en cierto momento del proceso, pero en otro se complementa, se enriquecen; uno sin el otro puede no puede existir ya que ambos se encuentran articulados en todo el proceso del conocimiento. Por ello, no se pueden presentar las cosas como si cada ciencia debiera primero pasar por una

etapa de aproximación exclusivamente analítica del mundo, que sería una etapa de reducción puramente inductiva de lo concreto a lo abstracto, para solamente después que ese trabajo haya sido completamente terminado, poder llegar a "reunir" las abstracciones obtenidas en sistemas y "elevarse de lo abstracto a lo concreto".

### **Inducción y Deducción**

Se ha afirmado en otra parte de este libro que en cualquier área de conocimiento científico el interés radica en poder plantear hipótesis, leyes y teorías para alcanzar una comprensión más amplia y profunda del origen, desarrollo y transformación de los fenómenos y no quedarse solamente con hechos empíricos captados a través de la

experiencia sensible (recuérdese que en la ciencia no es cierto aquello de que los hechos hablan por sí solos). Además, a la ciencia le interesa confrontar sus verdades con la realidad concreta ya que el conocimiento, como se ha dicho, no puede considerarse acabado, definitivo, tiene que ajustarse continuamente, en menor o mayor grado según el área de que se trate, a la realidad concreta la cual se encuentra en permanente cambio.

En este proceso de ir de lo particular a lo general y de este regresar a lo particular tenemos la presencia de dos métodos: La inducción y la deducción.

La inducción refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general. Esto implica pasar de los resultados obtenidos de observaciones o experimentos (que se refieren siempre a un número limitado de casos) al planteamiento de hipótesis, leyes y teorías que abarcan no solamente los casos de los que se partió sino otros de la misma clase; es decir, generaliza los resultados (pero esta generalización no es mecánica, se apoya en las formulaciones teóricas existentes en la ciencia respectiva) y al hacer esto hay una superación, un salto en el conocimiento al no quedarnos con los hechos particulares sino que buscamos su comprensión más profunda en síntesis racionales (hipótesis, leyes, teorías).

Esta generalización no se logra a partir de los hechos empíricos pues de conocimientos ya alcanzados se pueden obtener (generalizar) nuevos conocimientos, los cuales serán más completos.

Insistimos otra vez: el trabajo científico no va del paso mecánico de los hechos empíricos al pensamiento abstracto; existen niveles de intermediación y a medida que se asciende, las generalizaciones van perdiendo contacto con la realidad inmediata ya que se apoyan en otros conocimientos los cuales si tienen relación directa o indirecta con la realidad concreta.

Para poder pensar en la posibilidad de establecer leyes y teorías con base en la inducción, es necesario partir del principio de la regularidad e interconexión de los fenómenos de la naturaleza y la sociedad, lo cual permite pasar de la descripción (que se refiere fundamentalmente a los hechos empíricos) a otros niveles de la ciencia: la explicación y acción a través de leyes y teorías. Pero la existencia de la regularidad y conexión de los fenómenos se ha ido comprendiendo a partir del estudio de casos particulares que muestran una tendencia en su comportamiento, y la cual fundamenta el principio antes mencionado. Puede decirse que las conclusiones obtenidas a través de la inducción tienen un carácter probable, el cual aumenta a medida que se incrementa el número de hechos particulares que se examinan. Cabe destacar que los procedimientos de la inducción sólo permiten establecer relaciones entre los hechos empíricos (leyes empíricas); para formar leyes teóricas que expliquen a aquellas, es necesario apoyarse en los planteamientos teóricos existentes en los marcos de la ciencia de que se trate.

Las consideraciones anteriores nos llevan a rechazar la llamada inducción por enumeración simple propia del sentido común y que consiste en establecer juicios a partir de la observación de los casos en que se encuentran propiedades o cualidades semejantes, por

ejemplo, Juan, Pedro, y Antonio, habitantes de la colonia X, amables, luego, todos los miembros de dicha colonia son también amables.

El método inductivo en versión moderna fue desarrollado por Francis Bacon (1.561-1.626) y se encuentra ligado a las investigaciones empíricas. Bacon rechazó la silogística de Aristóteles en la que se apoyaba la escolástica (doctrina del medioevo) y la cual va desde, hasta la experiencia sensible. En su lugar, Bacon destacó la importancia de la observación y el experimento y la obtención del Conocimiento, minimizó el papel de las hipótesis por lo cual ha sido ampliamente practicado ( para comprender mejor la postura de Bacon, hay que verlo en su momento histórico en el que enfrentó las fuertes limitaciones que la escolástica imponía al desarrollo de la ciencia al dejar de lado el contacto directo con la realidad concreta de la formación del conocimiento).

Los procedimientos de la inducción fueron desarrollados en el sistema por John Stuart Mill (1.806-1.873) quien lo expuso en forma de reglas:

### Método de Semejanza

“Si dos o más casos del fenómeno solo a la investigación tiene de común sólo una circunstancia, entonces la causa ( o la consecuencia) del fenómeno dado.”

Solo nos interesa conocer, por ejemplo, la o las causas del bajo nivel de aprovechamiento y encontramos en dos grupos sujetos a estudio siguiente:

#### **GRUPO 1**

- **Realización de lecturas**
- **Asisten puntualmente a clases**
- **No hay motivación por parte del profesor**

#### **GRUPO 2**

- **No hay motivación por parte del profesor.**
- **Disponen de material didáctico**
- **El profesor utiliza técnica didáctica.**

Obsérvese que en ambos grupos se presenta el factor “no hay motivación por parte del profesor” , por lo que puede señalarse entonces este factores la causa del bajo nivel de aprovechamiento de ambos grupos.

La importancia de este procedimiento radica en que permite una aproximación al conocimiento de la verdadera causa ya que ayuda a eliminar diversos factores, porque no guardan relación, aunque es posible incurrir en error en este punto. En segundo lugar, indica que ciertos factores parecen darse conjuntamente. En tercer lugar, nos permite observar, que en la situación concreta, el factor c (en este caso falta de motivación del profesor) se da antes que el efecto (bajo nivel de aprovechamiento)

### Método de la Indiferencia

“Si en el caso en que aparece el fenómeno dado y el caso en que no aparece son semejantes en todas las circunstancias, excepto una, que se encuentra en el primer caso, es la consecuencia o la causa, o la parte necesaria de la causa del fenómeno”

Si utilizamos el mismo problema (bajo nivel de aprovechamiento que se presenta en el grupo 1) tenemos:

#### **GRUPO 1**

- **Realizan lecturas**
- **Asisten puntualmente a clases**
- **El profesor no motiva a los alumnos**

#### **GRUPO 2**

- **Realizan lecturas**
- **Asisten puntualmente a clases**
- **El profesor motiva a los alumnos**

De acuerdo con los anterior, la causa del bajo nivel aprovechamiento es c ( el profesor no motiva los alumnos).

Obsérvese que en este procedimiento esta presente el experimento y puede ser prospectivo y retrospectivo).

La variable experimental que se introduce en el primer grupo es: el profesor no motiva a los alumnos.

Los demás procedimientos pueden enunciarse de la siguiente manera:

Método combinado de semejanza y diferencia: “Si dos o más casos de surgimiento del fenómeno tienen en común la ausencia de la misma circunstancia, entonces tal circunstancia da la que sólo se diferencian ambos tipos de casos, es la consecuencia o la causa, o la parte necesaria del fenómeno investigado”.

Método de variaciones concomitantes: “Todo fenómeno que de alguna manera siempre que otro fenómeno varía de una manera particular, o bien es la causa o es el efecto de este fenómeno, conectado con él por alguna causa” .

Método de residuos: “Separar el fenómeno una parte tal, que, por inducciones anteriores, que es el efecto de ciertos antecedentes y el resto del fenómeno es el efecto de los demás antecedentes”.



La deducción es el método que permite pasar de afirmaciones de carácter general a hechos particulares.

Proviene del deductivo que significa descender. Este método fue ampliamente utilizado por Aristóteles en la silogística en donde a partir de ciertas premisas se derivan conclusiones: todos los hombres son mortales, Sócrates es hombre, entonces Sócrates es mortal. No obstante, el mismo Aristóteles contribuía gran importancia a la deducción del proceso de conocimiento de los principios iniciales de la ciencia. En el último capítulo los analíticos, llega a la conclusión de que "Por tanto es claro que tenemos que llegar a conocer las primeras premisas mediante la inducción porque el método por el cual, hasta la percepción sensible implanta universal, es inductivo". El método deductivo está presente también en las teorías axiomáticas, por ejemplo, en la Geometría de Melciades en donde los teoremas se deducen de los axiomas que se cuentan como principios que no necesitan demostración. Existe otro método afín desde el punto de vista lógico: el hipotético-deductivo.

La diferencia con respecto a la axiomático estriba en que las hipótesis de las que se deducen planteamientos particulares se elaboran en base con el material

empírico recolectado a través de diversos procedimientos como la observación y el experimento (véanse las estructuras de los métodos de Galileo y Newton que son, en esencia, métodos de hipotéticos deductivos).

Se ha dicho que las verdades establecidas por la ciencia tiene que confrontarse con la realidad a través de las conclusiones que se deduzcan de los planteamientos generales (hipótesis, leyes, teorías). Este proceso implica, pues, a partir de una síntesis para llegar al análisis de los fenómenos concretos mediante la operacionalización de los conceptos o reducción de estos a hechos observables directa o indirectamente. En este proceso deductivo tiene que tomarse en cuenta la forma como se definen los conceptos (los elementos y las relaciones que comprenden) y se realiza en varias etapas de intermediación que permite pasar de afirmaciones generales a otras más particulares hasta acercarse a la realidad concreta a través de indicadores o referentes empíricos.

Este procedimiento es necesario para poder comprobar las hipótesis con base en el material empírico obtenido a través de la práctica científica.

### **EL ANÁLISIS, LA SÍNTESIS, LA INDUCCIÓN Y LA DEDUCCIÓN EN EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN**

Si parte de que el conocimiento se inicia, en un primer momento, con el contacto de los órganos sensoriales con el mundo externo y de aquí surge la materia prima para las elaboraciones conceptuales, las que serán a su vez contrastadas con la realidad concreta a través de la práctica científica, puede observarse en este proceso la vinculación de los cuatro métodos descritos arriba.

El contacto con la realidad a través de diversos métodos y técnicas como la observación, la entrevista y la encuesta permite dar datos empíricos para iniciar el conocimiento de las partes e interrelaciones de los objetos y procesos (análisis).

Este contacto se realiza con base en una idea, un concepto o hipótesis previos (síntesis) logrados en análisis anteriores. Estas hipótesis de trabajo son una guía preliminar que orienta el análisis a fin de buscar aquellos hechos y relaciones empíricas relevantes para contribuir hipótesis más consistentes y precisas. Los resultados de los análisis se concretan en síntesis parciales que hacen referencia a los conocimientos empíricos recabados.

### **EL PROCESO DE ABSTRACCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO**

Conducen a un asesino al patíbulo. La muchedumbre ve en él sólo al asesino sin pensar en el cúmulo de circunstancias que le han situado en la senda del crimen. Esto significa pensar de manera abstracta dice Hegel, y nada hay más fácil que esto, refiriéndose, ante todo, al pensar unilateral que se circunscribe a alguna parte, propiedad o cualidad del fenómeno y no tiene en cuenta los nexos de todas sus facetas propiedades y cualidades del mismo y ni sus relaciones con los otros nexos y nexos que le dan origen. Este tipo de abstracciones son superficiales, vacías de contenido, erróneas.

En la vida cotidiana, por otro lado, se confunde frecuentemente lo abstracto con lo nebuloso, con lo que pertenece a la realidad. Se dice por ejemplo, que cierta persona tiene una concepción abstracta de las cosas cuando se quiere dar a entender que su modo de pensar está alejado de la realidad.

Las abstracciones que efectúa el hombre común, a diferencia del científico, no permiten revelar la esencia de las cosas, la ley de los fenómenos; en otras palabras, traspasar las apariencias, lo fenoménico, o en términos de Kosík, destruir el mundo de la pseudoconcreción para penetrar en la "cosa misma". Es necesario por lo tanto, si se pretende reproducir los procesos y objetos de la realidad en el pensamiento abstracto para descubrir su esencia, o sea, los aspectos y relaciones relativamente estables y fundamentales, realizar la abstracción de carácter científico. Pero ¿qué son las abstracciones científicas? ¿en qué consiste el proceso de abstracción? ¿cuál es el criterio para demostrar la veracidad de las abstracciones de la ciencia?.

## ANEXO 3

### Juego de Vida

Los trabajos de Copérnico, Kepler, Descartes, Galileo y Pascal trataron de demostrar que algunos fenómenos de la naturaleza ocurrían de acuerdo a las leyes matemáticas. La filosofía y metodología de la ciencia utilizada en el siglo XVII fue formulada y desarrollada por Descartes. Descartes aseguró que todas las leyes físicas se reducían a la geometría. Esta metodología de Descartes fue adaptada por muchos pre newtonianos, dándole una función adicional de la ciencia: dar una expresión física de la acción de los fenómenos de la naturaleza.

Hace más de un siglo, Charles Darwin investigó sobre los mecanismos de la evolución dándose cuenta de que nacen muchos más animales y plantas de los que pueden llegar a sobrevivir y que el medio ambiente selecciona las variedades que son accidentalmente más adecuadas para sobrevivir. Esto hace pensar que pueden existir reglas que rigen el comportamiento de los nacimientos y las muertes de una comunidad.

Lo que presentamos a continuación es un juego que simula una sociedad de seres vivos que es regulado por las leyes genéticas. Como todo juego tiene unas reglas (reglas de transformación), un estadio inicial (axioma) y se van produciendo jugadas o onfiguraciones (teoremas).

Estudiaremos un sistema formal al estilo de MU, es decir, un axioma y unas reglas, con una pequeña diferencia. Las reglas permanecerán fijas todo el tiempo, pero el axioma cambiará en cada juego. Una configuración es una manera de colocar las fichas sobre el tablero de juego. El nuestro es un tablero cuadrulado ilimitado provisto de fichas planas, preferiblemente de dos colores (negras y blancas).

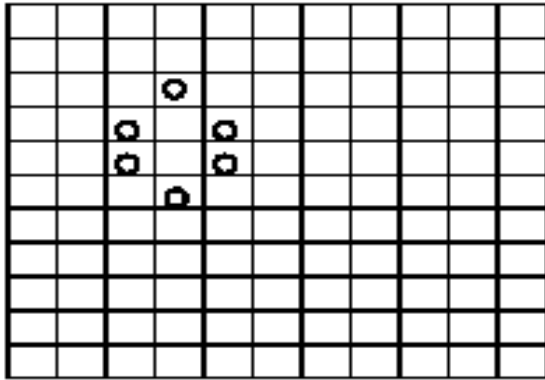
El tablero, con cualquier disposición y cualquier cantidad de fichas negras es una configuración. Las reglas del juego permitirán cambiar la configuración y formar así una nueva generación.

GÓMEZ P. Y GÓMEZ C

Podemos pensar que una configuración es una población y las reglas son reglas de supervivencia, nacimiento y fallecimiento que rigen esa población para crear una nueva generación. Cada casilla del tablero tiene ocho casillas vecinas como muestra el dibujo: las casillas marcadas con X son las vecinas de la casilla marcada con O. Las reglas del juego se refieren a estas vecinas. Las reglas son:

### **SUPERVIVENCIA**

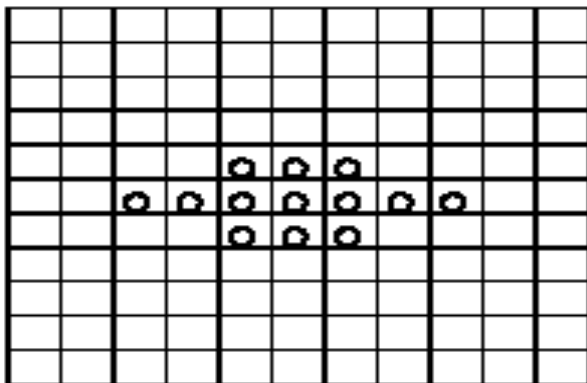
Cada ficha que tenga dos o tres fichas vecinas sobrevive y pasa a la generación siguiente. Por ejemplo:



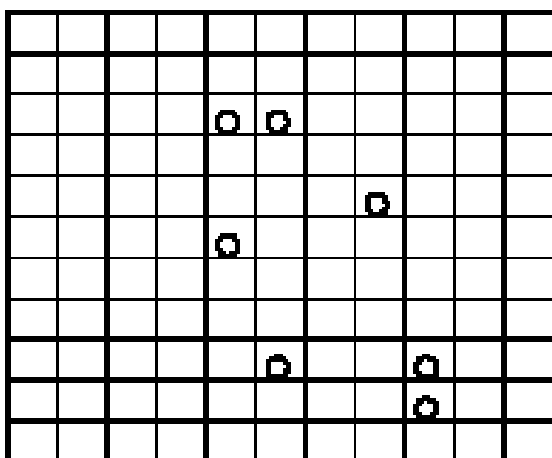
En esta configuración todas las fichas sobreviven.

### FALLECIMIENTO

Cada ficha que tenga cuatro o más muere y es retirada del tablero por superpoblación. Las fichas con sólo una o ninguna vecina, fallecen por aislamiento. Por ejemplo:



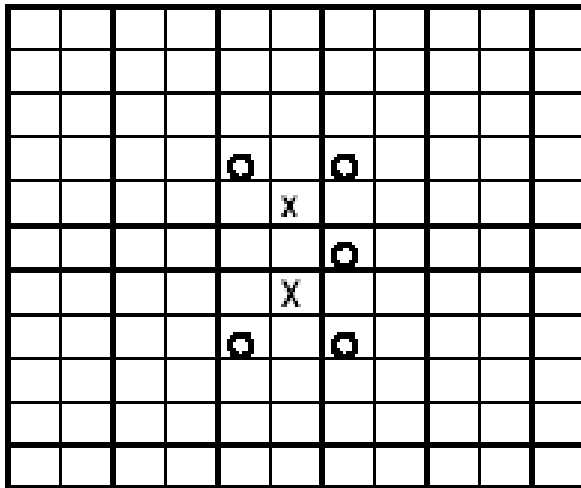
Excepto las fichas de los extremos, que mueren por aislamiento, las demás mueren por superpoblación.



Todas mueren por aislamiento.

## NACIMIENTOS

Cada casilla vacía, adyacente a exactamente tres fichas vecinas, ni más ni menos-es casilla generatriz. En la jugada siguiente habrá de colocarse en ella una ficha negra. Por ejemplo:



En las casillas marcadas con X nacen nuevas fichas en la próxima generación.

Es importante darse cuenta de que todos los nacimientos y fallecimientos ocurren simultáneamente. Para realizar cada jugada, se recomienda:

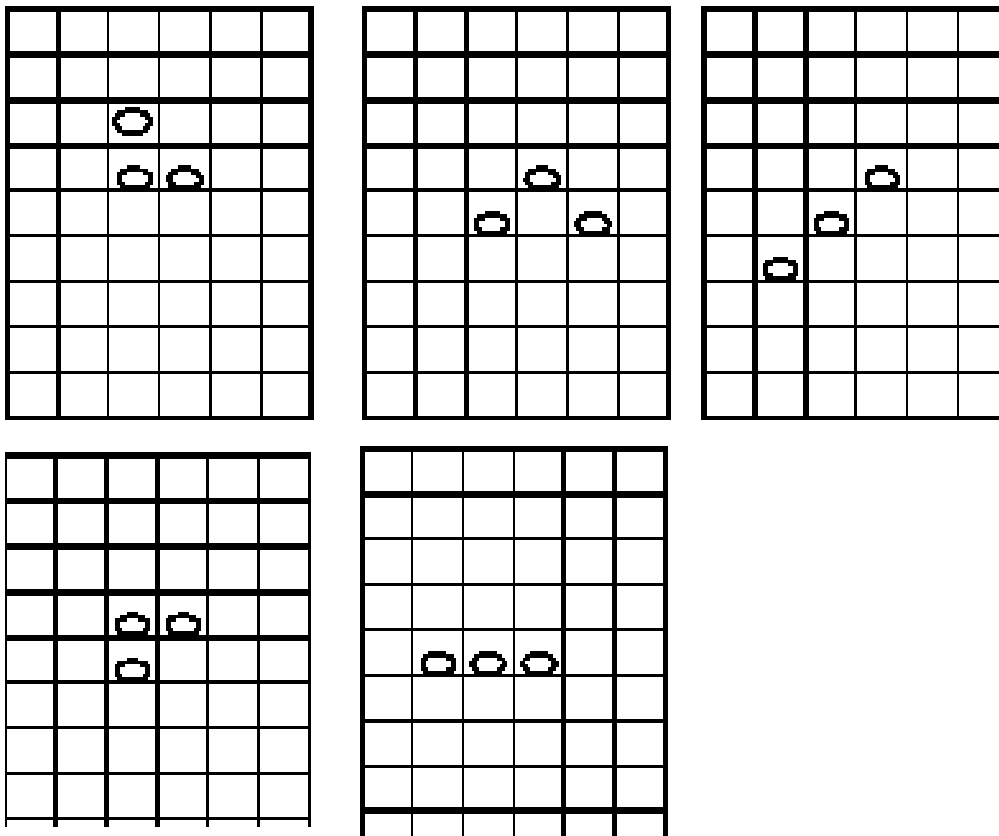
Tomar una configuración inicial de fichas negras (axioma).

- Localizar todas las fichas que habrían de morir (reglas 1 y 2). Colocar sobre ellas, para distinguirlas, otra ficha negra.
- Localizar todas las casillas vacías donde habrán de producirse nacimientos (Regla 3). Ocupar cada una de estas casillas con una ficha blanca.
- Una vez comprobada y repasada la configuración, seguros de que no hay errores, se retiran todas las fichas muertas (pilas de dos) y las recién nacidas (fichas blancas) son reemplazadas por fichas negras.

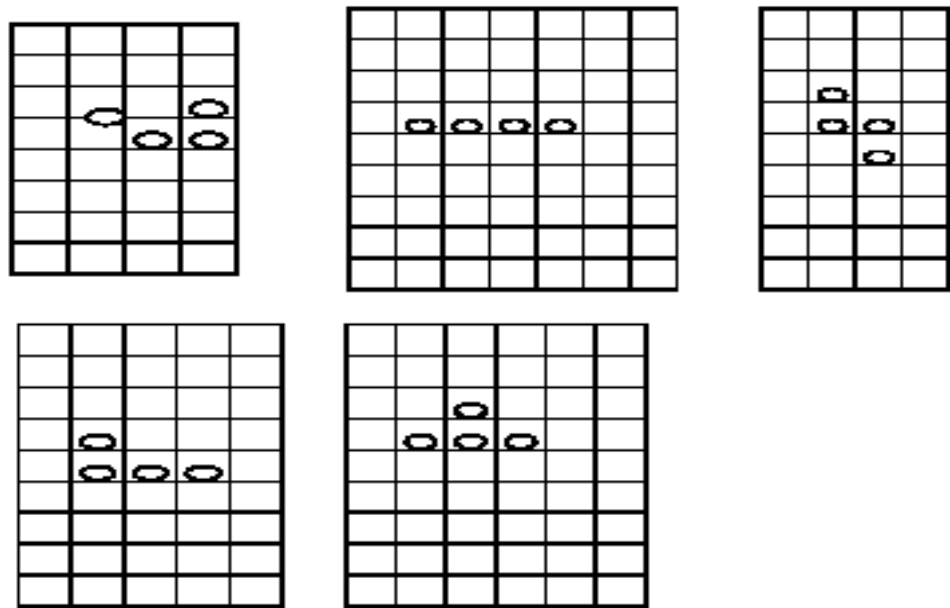
El procedimiento se repite una y otra vez para ir obteniendo generaciones sucesivas. Dado que muertes y nacimientos acontecen simultáneamente, las fichas recién nacidas no deben contribuir a nuevas muertes o nacimientos.

Es interesante estudiar algunas configuraciones iniciales sencillas y ver con el tiempo como se van transformando y cual es su fin, si desaparecen o crecen ilimitadamente o se estabilizan.

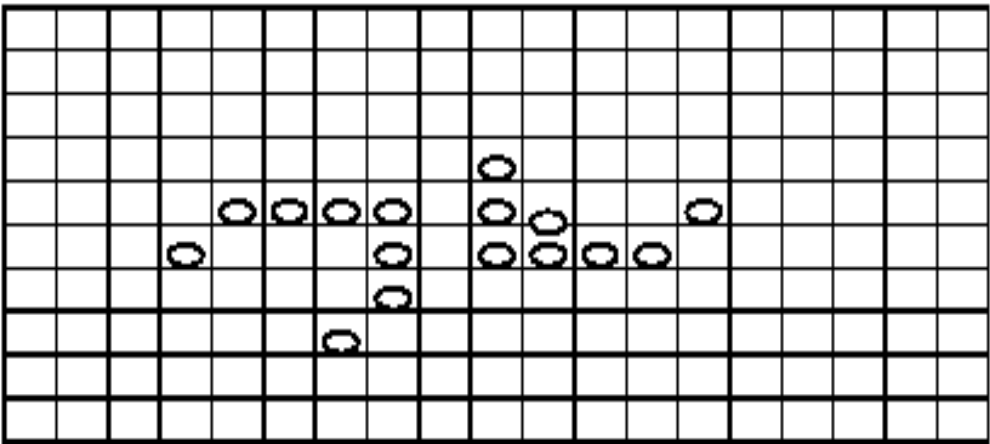
Algunos casos sencillos son fáciles de analizar. Un organismo unicelular, o el formado por un solo par de fichas, se encuentren donde se encuentren, se extinguirán en la primera generación. También una formación inicial de tres células morirá de inmediato, a menos que por lo menos una ficha tenga un par de vecinas. Pero que pasa con configuraciones iniciales de tres fichas. Por ejemplo estas:



O estas de cuatro fichas:

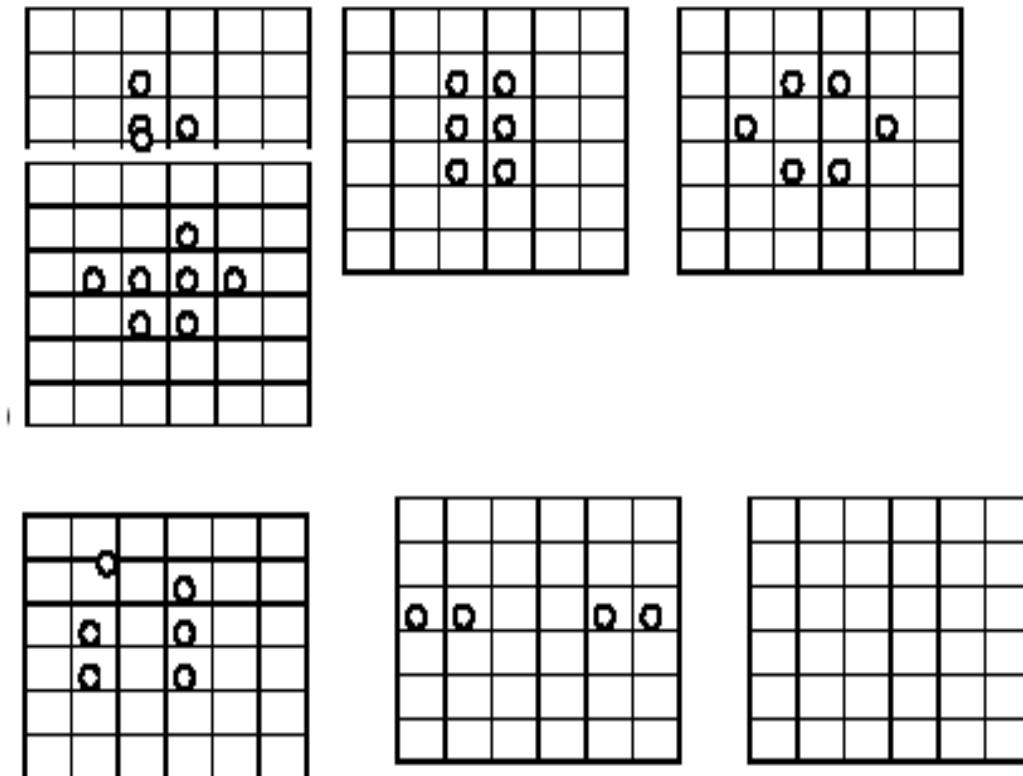


O una mas complicada como esta:





Veamos la historia de una configuración inicial de cuatro células, luego de seis generaciones:



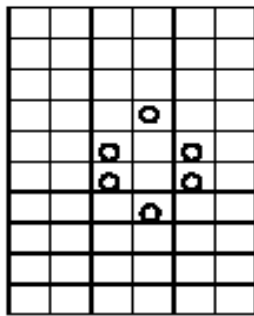
#### Sexta generación

Hay muchos problemas interesantes que han surgido a partir del juego de la vida. Los juegos de ajedrez, damas, análogos, pueden ser concebidos como juegos autómatas celulares donde los vecindarios y las reglas de transición son complicados y donde los jugadores van eligiendo entre diversos estados consecutivos con el propósito de alcanzar un determinado estado final, que define la victoria.

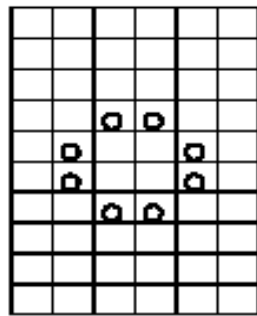
A diferencia de otros sistemas formales, las reglas se aplican todas al mismo estado para obtener el siguiente.

El juego de la vida podría verse como un modelo bastante simplificado del ciclo de evolución biológica sobre la tierra, entonces un problema interesante es tratar de buscar una configuración edénica, es decir una configuración que no puede darse en el desarrollo de un juego, pues, como los seres del jardín del edén, no tienen generación anterior que pueda engendrarlas.

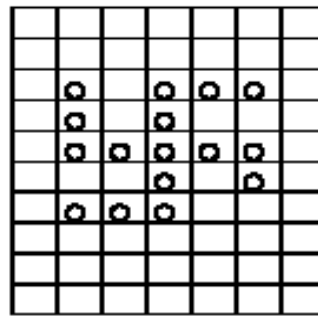
Muchas de las configuraciones simples del juego, tienen nombres propios y es interesante estudiar su vida. Por ejemplo:



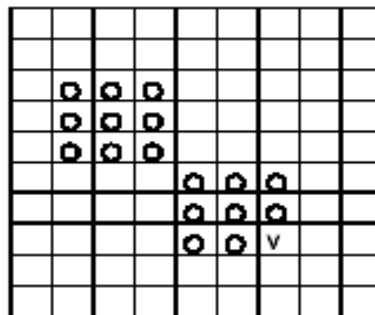
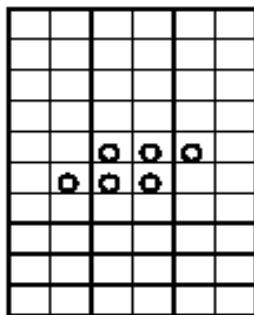
Colmena



Charca



Esvástica



La colmena y la charca son naturalezas muertas, la esvástica muere al sexto latido, el sapo palpita y la cifra 8 es un oscilador de periodo 8. Sería un buen ejercicio comprobar que todo esto es cierto.

Todas las configuraciones vistas mueren o se estabilizan al cabo del tiempo. Un problema complejo sería encontrar una configuración (lo mas sencilla posible) que crezca indefinidamente.

Se han encontrado aplicaciones bastante particulares del juego de vida: ha habido intentos de aplicarlo a sistemas socioeconómicos o para explicar por qué ciertas nebulosas tienen brazos espirales, incluso se han encontrado formas de aplicar reglas semejantes a las de vida en programas ideados con el fin de identificar las aristas ocultas en dibujos computarizados de cuerpos macizos.

Los físicos hoy están buscando una gran teoría de unificación que articule y reúna todas las fuerzas de la naturaleza en una teoría unificada, basada en una

estructura de aforo. Una de estas teorías consiste en imaginar partículas que juegan sobre un retículo abstracto de cubículos tetradimensionales, una especie de vida en el espacio-tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

ALONSO Fernando y otros: Ideas y Actividades para Enseñar Álgebra. Síntesis. España 1993

DIKSON, Linda y otros: El Aprendizaje de las Matemáticas. Labor. 1984

FULLAT, O. Filosofía de la Educación. Barcelona, 1983

GÓMEZ, Sánchez Henry y otros: Tierra 7. Libros Libres. Bogotá. 1999

PRADA. María Dolores y Martínez Ignacio: Como Enseñar Lenguaje Algebraico, las Ecuaciones y los Sistemas. Agora. Málaga, 1992

PIAGET, Jean: Estudios de Psicología Genética. Argentina, 1999

VELAZCO, Mosquera James: Pensamiento Matemático. Mimeo, 1996

