

45020

NO SE PRESTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS



Epistemología y Pensamiento:

convergencia y significado en la ciencia y en lo cotidiano.

Tesis presentada por :

Alcira S. Rivarossa

-Bajo la dirección de:

Dra. Gladys Mori

Prof. Adjunta Facultad de Ciencias
Exactas, Físico-Químicas y Naturales.
Universidad Nacional de Río Cuarto.

Tesis presentada para optar al título de Magister en
Epistemología y Metodología Científica

1997

45020

02022

MFN: 123
Clasf.:
T. 123

NO SE PRESTA

Figura de Tapa

"El ser humano como *microcosmos* en el *macrocosmos* del mundo que le rodea; Cristo y Dios rodean todo en una sola persona" Siglo XIII. (Enciclopedia Médica)

**.A mi esposo Jaime, por su
compañía y sugerencias.**

**.A mis hijos, por estar
siempre conmigo.**

**.A Cristina, por sus consejos
y valiosas sugerencias.**

**.A otros muchos amigos y
colegas, por las experiencias compartidas y
los aportes creativos al pensamiento y al
conocimiento.**

".....Buscando los orígenes de nuestro conocimiento, me encontré en un poblado aborígen, con un chamán tzotzil, en Chiapas, con una lección muy grande sobre epistemología. Después de haber respondido pacientemente a mis preguntas (un aborígen) sobre su concepción del mundo, me di cuenta que se invirtieron los roles.

Una de las preguntas que surgió como consecuencia de una respuesta mía anterior, fue ...¿Cómo era posible que en mi país fuera de noche en aquel momento en que allí lucía un sol esplendoroso?. ¿Cómo era posible si, como todo el mundo sabía, en toda la extensión plana de la tierra que podían abarcar los ojos y, que estaba fuertemente sostenida por los pilares que constituían las montañas, el sol -Tholtik- se alzaba y se ocultaba majestuosamente para todos?

Intenté explicarle mi verdad. Tomé una ollita de barro esférica que estaba en la pieza de su cabaña y la acerqué al fuego que ardía en el centro de la habitación y que por unos minutos se convirtió en sol, alrededor del cual la improvisada "tierra", en la que había señalado la posición de nuestros pueblos respectivos, se desplazó describiendo órbitas y girando sobre sí misma, evolucionando en el reducido espacio de la cabaña convertida en universo infinito.

Mi amigo me escuchaba fascinado sin apartar los ojos del escenario que había creado con mi improvisado número. Cuando di por concluida la explicación, fijó sus ojos en los míos y exclamó: Es muy interesante lo que ocurre en su país!...

Fragmento del prefacio del libro "Aprendizaje y Desarrollo Intelectual" Sastre y Moreno (1980).

INDICE

- INDICE	iv
- RESUMEN	vi
- INTRODUCCION	1
Objetivos de la propuesta	4
Metodología	5
- CAPITULO 1:	
La Producción del Conocimiento Científico y Cotidiano: dos modelos epistemológicos para su análisis	8
A. La organización de Teorías Científicas: historia, procedimiento y evolución	8
B. La organización de Teorías Cotidianas: historia, procedimiento y evolución	14
C. Reestructuración de Teorías: el cambio conceptual en el conocimiento científico y en el cotidiano	19
- CAPITULO 2:	
La historia de un proceso de explicación biológica: la noción de origen de los seres vivos	24
.El universo imaginado: las cosmologías.....	26
.Cosmos, Magia y religión	29
.La cosmología aristotélica	35
.La cosmología mecanicista.....	42
.La cosmología evolutiva.....	44

- CAPITULO 3:

Teorías y concepciones en niños, adolescentes y adultos: la noción de origen de los seres vivos	49
.Análisis de fuentes de educativas	54
A. Investigación psicogenética	54
B.Experiencia Didáctica:	60
C.Caracterización de las concepciones cotidianas en la noción de origen	65

- CONSIDERACIONES FINALES

1.Innovación conceptual y progreso explicativo	69
2.Significación histórico-contextual de la noción de origen	73
3. Pensamiento y Conocimiento; comparación epistemológica	78
4. Reflexiones e implicancias educativas	84

- BIBLIOGRAFIA	91
-----------------------------	-----------

- RESUMEN

En esta propuesta de tesis se analiza la construcción y evolución de *conocimientos científicos y cotidianos acerca de la noción biológica del origen de la vida*, desde las distintas significaciones histórico-cultural que le ha impreso el pensamiento creador del hombre.

Se aborda un trabajo de investigación bibliográfica a modo de ensayo analítico y argumentativo, que cuenta, además, con datos empíricos cualitativos extraídos de investigaciones psicogenéticas y experiencias didácticas. Se analizan en el trabajo, los mecanismos de organización y validación del conocimiento científico y cotidiano, estableciendo correlaciones entre pensamiento y conocimiento.

La historia de la organización de sistemas explicativos, conjuntamente con los problemas y reflexiones que les dan origen, permite identificar los múltiples significados que interactúan en la producción de conocimientos entre los factores sociales, culturales, religiosos, ideológicos y éticos.

Conocer el pasado intelectual en el modo como se fueron razonando los problemas, obliga a revisar esas líneas de inferencia que conducen a las ideas y teorías, volviendo así a su lugar de origen. En esa construcción *lo antiguo* debe pensarse en relación a *lo nuevo*, y las preguntas que se formulan en relación a dichos problemas, dentro de los contextos de la época y pensamiento que le dieron origen.

La epistemología como producto de la reflexión sobre la ciencia, sus métodos y su modo de crecimiento, no constituye desde esta perspectiva una construcción racional aislada en un nivel metacientífico, sino que forma parte de un entramado de relaciones fluidas con sus procesos, su ideología, su enseñanza y aprendizaje.

En la *primera parte* de la tesis se realiza un análisis y caracterización de la producción de conocimientos tanto científico como cotidiano, desde una mirada histórico-metodológica, explicitando los mecanismos de evolución conceptual en ambos tipos de conocimiento.

Por otra parte, se delimitan en el contexto del conocimiento biológico las distintas cosmologías que caracterizaron los saberes culturales y científicos, a partir de un análisis histórico-crítico de las explicaciones y significaciones que ha tenido la noción de origen a lo largo de las distintas épocas y momentos culturales.

En una segunda etapa, y a partir de investigaciones educativas, se caracterizan los modelos de explicación sobre el origen del ser humano, en distintas edades y contextos

situacionales (niños, adolescentes y adultos). Estas experiencias, constituyen modelos ejemplificadores para el análisis de las teorías cotidianas y las concepciones que se sustentan en torno al origen.

En una tercera parte se establecen criterios comparativos y de validación científica y social que justifican el valor epistemológico en ambos conocimientos, el científico y el cotidiano. Desde la argumentación elaborada, se delimitan, además, principios orientadores e implicancias educativas para la organización de propuestas curriculares de formación en ciencias, propuestas metodológicas y de formación de profesores.

Los resultados obtenidos desde el análisis evolutivo e histórico contextual de los sistemas explicativos de la noción de origen nos permiten caracterizarlo a modo de un laboratorio epistemológico. Los problemas conceptuales y de significación social que se generaron a lo largo de la historia con la noción de origen muestran que las teorías explicativas no solo implican cambios de lenguaje, de representación, de contexto y de aplicación, sino fuertes redefiniciones de sus supuestos y bases epistemológicas.

La permanente confrontación de alternativas conceptuales, ante un mismo fenómeno, facilitó la búsqueda de respuestas superadoras al conflicto conceptual instalado; y ante el surgimiento de un nuevo sistema de conceptos se originó un cambio de visión y descripción del mundo, que por otro lado, está fuertemente ligado al momento histórico en el que se contextualiza.

Lo interesante, desde la mirada evolutiva y epistemológica en el proceso de cambio conceptual, no es tanto el porqué de las proposiciones formuladas, sino el cómo se han ido cuestionando y surgiendo nuevas justificaciones.

A lo largo de la historia de las explicaciones sobre el origen se pueden identificar lentos procesos y rupturas de cosmovisiones que fueron modificando un pensamiento asociado fuertemente a lo que decidía el poder divino, hacia uno que buscaba establecer coherencia entre los hechos a partir de una autonomía intelectual. Poner en juego las conjeturas a confirmar, permite diferenciar lo objetivo de lo subjetivo, dando lugar a un pensamiento más autónomo.

El progreso conceptual en esta noción, desde un pensamiento primitivo, ha oscilado permanentemente entre "*acciones causales divinas o mágicas*" y una "*causalidad empírico-teórico*", que se constituyeron en el motor de conflicto de nuevas estructuras conceptuales explicativas, coexistiendo muchas de estas concepciones en un mismo cuerpo teórico.

Todos los seres humanos en todos los lugares y tiempos abordan problemas similares con modos de resolución y comunicación diferentes. Sus estilos de hablar, pensar, razonar y actuar serían racionales e inconmensurables con los otros estilos culturales. Esos estilos de comunicación de los sujetos, que varían en cada contexto cultural, le van otorgando a la noción de origen múltiples significaciones que se construyen por interacción entre las vivencias de los mundos subjetivos y el tipo de categoría objetiva de sus cosmovisiones (Malinowski, 1948).

Es a partir de esa dialéctica interaccionista como se van construyendo nuevos sistemas simbólicos sobre el origen, tanto en los niveles de explicación científica, como en la organización de teorías cotidianas (origen divino, de la prole, celular, bioquímico, evolutivo).

El proceso involucrado en las explicaciones muestra una continuidad funcional en los mecanismos de elaboración y justificación, así como también el rechazo de las comunidades que cuestionan el alcance de su significado. Variedad de ejemplos, como el caso del preformismo divino sobre la evolución epigenética del ser vivo, que continúa siendo controversia científica aún en este siglo XX por las mismas concepciones teológicas dominantes.

Las teorías sobre el origen, identificadas en la concepción aristotélica o en la filosofía existencialista de los egipcios, también fueron aceptadas sin refutación, mientras que otras interpretaciones -generación espontánea- sobrevivieron aún después de haber sido refutadas por experiencias cruciales.

El pluralismo científico al modo de Lakatos y Feyerabend da argumentos en favor de la coexistencia de varias teorías en pugna, contradictorias entre sí con anomalías internas. Filósofos destacados como Popper, Feyerabend, Kuhn, Hanson y Toulmin muestran, desde sus concepciones de racionalidad y metodología científica, la insuficiencia del análisis del positivismo para dar cuenta del conocimiento científico. Todos acuerdan que el análisis de la ciencia no puede ser reducido solo a justificar teorías, pero discrepan en los mecanismos del proceso de descubrimiento. Es, como dice Klimosky (1994), dentro de la nueva filosofía de la ciencia donde se instala un importante espacio de búsqueda para comprender mejor los procesos de elaboración del conocimiento, los criterios de investigación y validación, los modelos teóricos y los obstáculos epistemológicos del proceso.

Toda innovación explicativa que se identificó en el recorrido histórico epistemológico, mostró cómo fue mejorando la comprensión de ciertas variables del problema y cómo se plantearon nuevos cuestionamientos como los que en la actualidad

derivaron de la manipulación genética, la fecundación in vitro, la posibilidad de vida extraterrestre, el equilibrio del universo. Todas ellas son nuevas interpretaciones que aportaron nuevas significaciones y objetivación de la noción de origen. De este modo, como lo acepta Toulmin (1972), la selección de criterios para medir el uso y validez de esas nuevas explicaciones tiene resultados diferentes si se lo hace desde una lógica proposicional, relacionando un sistema formalmente correcto, o bien desde un análisis histórico basado en las respuestas de las metas que se fijan en las comunidades.

El *conocimiento* cotidiano está fuertemente estructurado con significados personales, intencionales y experienciales, que delimitan teorías de "uso práctico" con una red de significado compartido con otros a modo de creencias colectivas. En este conocimiento las cosmovisiones están condicionadas por creencias acumuladas de cada generación, transmisión de valores, ideas de verdad, orden, entendimiento y sentido común (Cowan y Berstein, 1975).

Los modos de operar con ese conocimiento cotidiano implican procesamiento de datos en diversos órdenes, de modo continuo pero con control débil de contextos y errores. Se suele tomar conciencia de las contradicciones pero no se resuelven, y en vez de proporcionar una justificación, solo se describe el conflicto de modo narrativo.

Así, como propone Malinowski (1984), el *pensamiento cotidiano y el primitivo* comparten una premisa en común, que es la ausencia de una reflexión crítica de lo que se observa, sin establecer conexiones causales y con las restricciones propias a la naturaleza del contenido sobre el origen. Ante la falta de significación otorgada a este contenido biológico, se recurre a reducir la incertidumbre de los hechos a formas controlables dentro de lo mágico o mítico, reduciendo de este modo el miedo a lo desconocido. Estas conductas, no son irracionales en absoluto, pues tienen un valor de supervivencia, como pragmatismo del conocimiento (Pozo, 1987).

La evolución del pensamiento del hombre a lo largo de la historia, muestra los procesos que sufrió el conocimiento al distinguir cada vez más y mejor lo subjetivo de lo objetivo, a partir de un mecanismo individual y colectivo de autocorrección de la información. Los procedimientos críticos y analíticos por los cuales el pensamiento científico reduce los fenómenos individuales a hechos sujetos a leyes universales, le permiten separar datos obtenidos por la percepción de los fenómenos de aquellos conceptos que le permiten comprenderlos (Oeser, 1984; Toulmin, 1972).

Ambos tipos de conocimientos reproducen un proceso iterativo funcional de adquisición, sistematización y comprobación de conocimientos. Los ritmos de evolución

son diferentes y se constituyen *en útiles y funcionales para el conocimiento cotidiano y en teorías adecuadas para el conocimiento científico.*

El científico, desde sus propios supuestos, intenta con un control riguroso disminuir el conflicto entre teoría y datos, buscando explicar en un primer momento, y después de ampliar los contextos de significación, comprender. Se categorizan los problemas en niveles conceptuales con procesos causales e inferenciales diferentes al conocimiento cotidiano.

El niño y el adolescente cambian o rechazan sus concepciones de un modo gradual y lento, a partir del ajuste que le imprime la cotidianidad, la práctica, las creencias colectivas, los eslogans sociales. Sus concepciones son muy rebeldes a ser modificadas, y pueden cambiarse aspectos de su teoría que no generan demasiado conflicto o contradicción para su intelecto. Ello justifica, por otra parte, que en las organizaciones conceptuales convivan supuestos teóricos opuestos en una misma argumentación, por ejemplo en la coexistencia de la tesis preformista y epigenética como justificación del origen.

Se identifica en el presente trabajo que la diferencia entre los dos tipos de conocimientos no se encuentra en los mecanismos cognoscitivos sino en las particularidades de la noción biológica sobre el origen, que *posee una dimensión psicosocial, fuertemente delimitada por lo cultural, histórico y social* (Kamii y De Vries, 1978).

Tanto el conocimiento científico como el cotidiano permiten comprender cómo se explican fenómenos, y generan transformaciones en su significación en sus contextos sociales, marcando un status epistemológico adecuado y válido en su interpretación de la realidad.

En la propuesta, se delimitan a modo de principios orientadores y recomendaciones, algunas implicancias educativas que señalan *la importancia de la reflexión y argumentación epistemológica sobre el conocimiento científico y el cotidiano, en la formulación de propuestas curriculares en ciencias y en la formación de profesores.*

INTRODUCCION

La búsqueda de respuestas a los fenómenos de la naturaleza ha sido, y sigue siendo, un objetivo del hombre, tanto en la ciencia como en la vida cotidiana en su deseo por darle un sentido a la vida y a su relación con el mundo.

Por ello, incursionar por las múltiples interacciones que conforman el pensamiento y el progreso del conocimiento han permitido generar justificaciones desde posicionamientos filosóficos divergentes, con distintos criterios de validación científica, socio-cultural, ética o política (Brown, 1989; Popper, 1967; Russell, 1912; Kuhn, 1977; Klimosky, 1985; Chalmers, 1982).

Pretender *conocer el conocimiento* es un desafío ambicioso que involucra *al que conoce* que es a su vez *objeto de conocimiento*. Esta controversia ha planteado histórica y filosóficamente debates teóricos y metodológicos muy variados desde diferentes paradigmas epistemológicos (Feyerabend, 1975; Hodson, 1988; Habermas, 1968; Toulmin, 1973; Lakatos, 1978; Morín, 1986).

Se suele argumentar que el desarrollo de la ciencia es "una marcha evolutiva del intelecto" que ha progresado en función de la cultura científica y social que ha predominado en los distintos momentos históricos.

Es importante señalar que los sistemas de pensamiento que se configuran en torno a las teorías explicativas no son solo conexiones lógicas entre proposiciones. La historia de los sistemas conceptuales, conjuntamente con los problemas y reflexiones que les dan origen, permiten identificar los múltiples significados que interactúan en la producción de conocimientos entre los factores sociales, culturales, religiosos, ideológicos y éticos de culturas y paradigmas (Bernal, 1967; Maliandi, 1990).

Superar los diferentes modelos explicativos tratando de romper con tradiciones, creencias, intuiciones y obstáculos epistemológicos, favoreció en el proceso histórico constructivo una dialéctica experimental que enriqueció el razonamiento del hombre de ciencia ampliando las posibilidades de mejores respuestas. Esto colabora, además, en favor de la tesis que sostiene el valor evolutivo de la ciencia (Bachelard, 1948; Crombie, 1993; Guyenot, 1956, Cohen, 1989).

La actividad científica condicionada social e históricamente es poseedora de diferentes estrategias metodológicas que abarcan procesos de creación intelectual, selección y análisis crítico y validación experimental, generando un conocimiento que

cambia y se socializa constantemente en función de algunos acuerdos de la comunidad científica (Hodson, 1988).

Por otro lado, existen otros saberes -cotidianos, religiosos, ocultos- que sobrevivieron y se desarrollaron en otros contextos, proporcionando explicaciones que han dado respuestas a los grupos humanos acorde a criterios de validación acordados internamente. Esos conocimientos que ha ido organizando el hombre, han sido calificados como saberes marginados o pseudoconocimientos (Thuiller, 1992).

Conocer en lo cotidiano implica organizar explicaciones a partir de la propia experiencia, la interacción social y la transmisión generacional. Esos constructos personales (Kelly, 1955) se organizan con cierto grado de relación entre sí, impregnados con estereotipos sociales e ideológicos y se interiorizan a partir de la experiencia social y educativa de un individuo (Toulmin, 1982; Porlan, 1992).

La acción comunicativa de los sujetos en los distintos contextos culturales permite identificar los procesos de entendimiento y socialización de los saberes que se construyen, compartiendo así diferentes subjetividades, en busca de darle un significado socialmente válido para la misma comunidad (Habermas, 1987; Villoro, 1982).

Estos supuestos han permitido desarrollar, en los últimos veinte años, líneas de investigación sobre las representaciones y explicaciones que elaboran los sujetos sobre el mundo y cómo se apropian del conocimiento. Los orígenes de estas líneas de investigación (Claparede, 1932; Wallon, 1965; Piaget, 1937) han permitido hacer progresar el concepto de representación-concepción que pone en juego un individuo que debe resolver una situación o razonar frente a un problema determinado (Gilber y Watts, 1983; Osborne y Wittrock, 1983; Kelly, 1955; Pope y Gilbert, 1983).

Este tipo de indagaciones han permitido el análisis y la caracterización de los conocimientos espontáneos que niños, adolescentes y adultos poseen sobre diferentes nociones científicas con un sentido educativo para la enseñanza de las ciencias (Driver y col, 1985; Giordan, 1980; Clement, 1982; Gilber y Thiberghien, 1983).

Uno de los aspectos menos abordados a lo largo de estos años, y que cobra singular relevancia para las propuestas pedagógicas-didácticas, es el proceso de elaboración y desarrollo de esas teorías espontáneas. Este proceso involucraría el análisis de los posibles cambios conceptuales que devienen de su evolución, es decir, *cómo se transforman y por qué*.

Se sostiene desde esos estudios la necesidad de conocer esas teorías explicativas para renovar los problemas clásicos de la epistemología y la psicología interesada en los

procesos de construcción del saber. También considerar las formulaciones teóricas, puesto que es necesario aclarar los mecanismos precisos de adquisición de conocimientos y los contextos donde ellos ocurren. Estos análisis posibilitan la construcción crítica e innovadora de nuevas propuestas didácticas para el cambio conceptual en la enseñanza de contenidos científicos (Gagliardi, 1986; Porlan, 1995).

El progreso realizado en el conocimiento de las teorías cognitivas ofrece, además, aportes significativos a la construcción de conocimiento, la organización de redes conceptuales, los nexos causales, la memoria significativa y los errores del pensamiento (Ausubel, 1976; Porlan, 1985; Pope y Gilbert, 1983).

En esta propuesta se analizan, caracterizan y argumentan los procesos de construcción de teorías para explicar la realidad, tanto en el conocimiento científico como en el cotidiano.

El análisis epistemológico e histórico conceptual sobre la producción de conocimientos se realizó sobre la noción paradigmática de origen del ser vivo. Esta noción a modo de concepto estructurante (Gagliardi, 1986) es básica para la comprensión de la función reproductiva y evolutiva del ser vivo, desde el origen ontogenético y filogenético de los individuos.

El hombre, como ser biológico y pensante, significa esta noción desde sus propios supuestos filosóficos tanto para el sentido de la vida como de la muerte, lo que le otorga un valor místico, ético y cultural particular (Smith, 1977).

En este encuadre de la problemática del conocimiento se formulan algunos cuestionamientos directrices que orientan los objetivos tanto general como específicos de la propuesta de tesis:

- ¿Qué mecanismos permiten la producción de conocimientos científicos para favorecer la comprensión de fenómenos naturales?
- ¿Qué mecanismos operan a nivel de la producción del conocimiento cotidiano?
- ¿Cómo se modificaron las explicaciones biológicas sobre el origen, en función de los estilos de indagación, los contextos socio-históricos, la formulación de hipótesis, los modos de validación científico-social?
- ¿Cómo se transforman las explicaciones biológicas sobre el origen en las concepciones cotidianas? Pueden evolucionar como en el conocimiento científico?
- ¿Por qué perduraron algunas concepciones teóricas a lo largo de la historia, y por qué se reiteraron errores que obstaculizaron la generación de nuevas teorías biológicas?

- ¿Qué elementos operan de obstáculo en las concepciones teóricas del conocimiento cotidiano?
- ¿Cuál es el valor epistemológico del conocimiento cotidiano, supuestamente falto de rigor, espontáneo y estereotipado?
- ¿Hay continuidad o ruptura entre ambos tipos de conocimientos?

- Objetivos de la propuesta

- Objetivo General.

Analizar la construcción y evolución de conocimientos científicos y cotidianos en una noción biológica -la de origen de la vida- desde las significaciones histórico-culturales del pensamiento creador del hombre .

- Objetivos Específicos.

- Identificar los sistemas explicativos y cosmologías organizadas sobre el origen, desde un análisis histórico contextual de la producción de conocimientos.
- Delimitar los criterios de organización y validación del conocimiento científico y del conocimiento cotidiano.
- Analizar los mecanismos de evolución conceptual de teorías en ambos tipos de conocimiento.
- Caracterizar la noción de origen en las concepciones cotidianas a partir del análisis de algunos modelos de investigación educativa.
- Establecer correlaciones epistemológicas entre pensamiento y conocimiento en la ciencia y en lo cotidiano.
- Inferir implicancias socio-educativas a partir de la significación epistemológica otorgada al conocimiento científico y cotidiano en nociones biológicas.

- Metodología

Esta propuesta de tesis se delimita como un trabajo de investigación bibliográfico analítico-argumentativo, que incluye en su desarrollo fuentes de datos cualitativos que aportan distintas propuestas didácticas e investigaciones.

Se intenta en la propuesta, a través de un modelo comparativo, analizar la naturaleza y los mecanismos de producción y significación de conocimientos científicos y cotidianos.

- En la *primera parte* del trabajo se realiza un análisis de la producción del conocimiento científico y cotidiano, caracterizando los procesos históricos evolutivos y metodológicos que permiten la significación a cada tipo de conocimiento. Además, se caracterizan y explicitan los mecanismos de evolución conceptual en lo científico y lo cotidiano.

Al tomar la noción de origen, en el contexto del conocimiento biológico, se realiza un análisis histórico crítico de las significaciones y explicaciones que ha tenido dicha noción a lo largo de las distintas épocas y momentos culturales del hombre.

- En la *segunda parte*, y desde algunas investigaciones y experiencias didácticas, se caracterizan los modelos de explicación sobre el origen del ser humano en distintas edades y situaciones educativas.

La indagación psicogenética, como modelo ejemplificador, trata de determinar diferentes niveles de conocimiento y proceso de transición de un nivel a otro. Este modo de recolección de datos permite ir más allá de lo estrictamente psicométrico; tornándose indispensable para comprender y acceder a los modelos explicativos que organizan niños y/o adolescentes.

La utilización del método clínico es fundamental para acceder a la organización intelectual y espontánea de los sujetos y conocer las concepciones que tienen sobre la realidad y su comportamiento (Piaget, 1955). El método consiste básicamente en una conversación entre el sujeto y el experimentador, donde el último guía el interrogatorio en función de las respuestas y explicaciones ofrecidas. La dinámica consiste en formular preguntas que respondan a las hipótesis que el interrogador se formula sobre la noción elegida.

Este método aporta criterios e hipótesis para las preguntas estructurales de la entrevista clínica y la posterior categorización de las respuestas , así como para el análisis e interpretación de los supuestos teóricos que formulan los entrevistados.

Otra fuente de datos- a modo de modelo ejemplificador- utilizado para el análisis de las teorías cotidianas, lo constituyen las experiencias didácticas con niños, adolescentes y adultos. Ellas permiten, a partir de un registro de las secuencias didácticas, identificar en el desarrollo de la actividad del aula distintos tipos de concepciones que se explicitan a través de trabajos individuales, colectivos, esquemas y representaciones, como así también con la resolución de problemas y sus diferentes argumentaciones.

- En una tercera etapa se establecen comparaciones entre los dos tipos de conocimientos, delimitando algunas implicancias educativas y culturales que necesariamente se derivan para educadores y formadores.

Se considera a lo largo del estudio la necesidad de encontrar desde la validación científica y social, argumentos que justifiquen el valor epistemológico de ambos conocimientos.

Las derivaciones del presente estudio ofrecen desde la argumentación epistemológica sobre ambos conocimientos algunos *principios orientadores a modo de recomendaciones* para la delimitación de propuestas curriculares de formación en ciencias, enseñanza-aprendizaje y formación de profesores. De este modo, el análisis epistemológico no constituye una construcción aislada a nivel metacientífico, sino que adquiere significado dentro del pensamiento del que hace ciencia y del que la enseña desde la perspectiva individual e institucional.

CAPITULO I

La producción de conocimiento científico y cotidiano: dos modelos epistemológicos para su análisis.

A. La organización de teorías científicas: historia, procedimiento y evolución.

B. La organización de teorías cotidianas: historia, procedimiento y evolución.

C. Reestructuración de teorías: el cambio conceptual en el conocimiento científico y en el cotidiano.

La producción de conocimiento científico y cotidiano: dos modelos epistemológicos para su análisis

A. La organización de teorías científicas: historia, procedimiento y evolución.

Se argumenta generalmente que el desarrollo de la ciencia, es una marcha evolutiva del intelecto, casi como una "rendición" de las incógnitas del mundo con métodos muy bien diseñados y aplicados por los científicos.

La búsqueda de modelos lógicos explicativos sobre el hacer del científico, la reconstrucción del conocimiento y su justificación han sido consideraciones de los filósofos de la ciencia desde tiempos remotos.

El científico "hace la ciencia", y ella es la que constituye su propio objeto de estudio, él es el que recorta el sector de la realidad buscando explicarla objetivamente. De este proceder deriva la organización sistemática de los conocimientos de manera más ordenada, en donde unos enunciados se infieren o se demuestran a partir de otros, y cuyos límites dependen de la estructura deductiva y coherente con las hipótesis, que le va otorgando el mismo razonamiento científico.

La necesidad de "*mirar hacia afuera*" y explicar los problemas que nos plantea el mundo, fue y sigue siendo una búsqueda del científico que de este modo aumenta la comprensión sobre los hechos y fenómenos. Pero el hombre también es consciente que conoce, y al "*mirar hacia adentro*" y analizar el cómo ha llegado a resolver esos problemas, ha ido aumentando su nivel de reflexión y comprensión de la problemática de la significación del conocimiento científico.

Estas dos miradas a los procesos de la ciencia, han tenido distinto desarrollo a lo largo de la evolución histórica que realiza la epistemología como campo de estudio, tratando de aportar información y comprensión a la problemática de la significación del conocimiento científico.

En este siglo, filósofos de la ciencia han insistido en la evolución histórica de las ideas científicas, desde la necesidad de incorporar en su análisis los contextos de producción y validación de las explicaciones que realizan los científicos, hablando de una ciencia con *sujetos, comunidades de científicos, comprensión colectiva y significado social de las ideas* (Kuhn, 1971; Lakatos, 1978; Feyerabén, 1975; Toulmin, 1973).

Comprender la ciencia implica no solo analizar los principios y leyes que rigen los enunciados y supuestos teóricos, sino caracterizar la cultura científica que le va dando sustento a las nuevas ideas e interpretaciones, tratando de romper con viejas tradiciones conceptuales y metodológicas, impregnadas de intuición, y con creencias y concepciones erróneas, que dan lugar a los obstáculos del pensamiento científico (Bachelard, 1948).

Conocer el pasado intelectual en el modo como se "fueron razonando los problemas" obliga a revisar esas líneas de inferencia que conducen a las ideas científicas, volviendo así a su lugar de origen. En esa construcción, lo antiguo debe pensarse en relación a lo nuevo, y las preguntas que se formulen en relación a dichos problemas, dentro de los contextos de la época y el pensamiento que le dieron origen.

La epistemología, como producto de la reflexión sobre la ciencia, sobre sus métodos y su modo de crecimiento, no constituye desde esta perspectiva una construcción racional aislada en un nivel metacientífico, sino que forma parte de un entramado de relaciones fluidas con sus procesos, su ideología e impacto social, así como también para su enseñanza y aprendizaje.

Develar las múltiples interacciones que conforman el pensamiento y el progreso del conocimiento es una tarea apasionante para el epistemólogo, que se siente atraído por estos procesos racionales de construcción de sistemas explicativos y por el cómo evolucionaron en función de su mismo progreso.

La tarea constante de la dialéctica experimental permitió modificar los distintos modelos conceptuales que se constituyeron a lo largo de la historia del pensamiento humano, enriqueciendo el razonamiento, ampliando las posibilidades de establecer nuevas relaciones, generando nuevos diseños y mejorando las preguntas y respuestas a los problemas. De este modo se confirma el valor evolutivo de la ciencia (Crombie, 1989; Guyenot, 1956; Boido, 1990; Toulmin, 1972; Mari, 1993).

La actividad científica, condicionada social e históricamente, es poseedora de diferentes metodologías que abarcan procesos de creación intelectual, selección, análisis crítico y validación experimental, generando un conocimiento que se socializa en la comunidad científica y que pasa a ser patrimonio socio-cultural de cada generación (Hodson, 1988).

Dentro de un esquema casi universal de interpretación, toda teoría científica está organizada en un conjunto de enunciados teóricos, que tienen significado cognoscitivo en función de los enunciados observacionales que le dan contenido empírico y que permiten aproximarse a su refutación o corroboración (Klimoski, 1985).

Existe una continua retroalimentación entre la actividad teórica y la experimental de una ciencia; las redes conceptuales de una teoría se nutren de las leyes empíricas que necesitan de contrastación experimental constante, y que dan cuenta de la validación de las hipótesis que las originan.

La palabra latina *Scientia* (de *scire*, saber, conocer) significa en su sentido más amplio *toda clase de conocimiento*, así como el término equivalente en alemán (*Wissenchoft*) comprende *todo género de estudios sistemáticos* (Dampier, 1989).

Las formas de conocimiento son muchas, sin embargo, persisten prejuicios de corte cientificista que reducen el conocimiento válido al saber científico. La ciencia es solo una forma de conocimiento más, que con precisión y control racional, busca dar explicaciones a los fenómenos y a los hechos del mundo.

La actividad científica permite ir adquiriendo cierto tipo de destrezas y actitudes que dan cuenta de un proceso de producción conceptual muy riguroso. Ese proceso, que condiciona el mundo intelectual y subjetivo del propio investigador, también permite sostener la ilusión de que se ha suprimido la influencia que ejercen sus propias cosmovisiones y concepto de ciencia.

La visión de la ciencia que tenemos en la actualidad, es producto de un largo proceso histórico, que no se deriva únicamente de teorías que generaron hombres de ciencia, sino de los múltiples significados que le fueron otorgando aquellos que se cuestionaron e indagaron sobre los hechos de la realidad, a partir de razonamientos muy diversos.

El hombre primitivo, durante siglos, validó las explicaciones de los hechos del mundo dentro de una coherencia de carácter mágico-religioso, y debió

esperarse hasta los presocráticos del siglo VI a.C. para que surgieran rasgos de un pensamiento científico- filosófico.

La necesidad de encontrar otros argumentos que superaran la visión mítica,, surge el discurso de lo cognoscible desde un planteo de un pensamiento racional. La nueva cosmovisión que se enfrenta tiene un fuerte modelo racionalista que se establecerá a partir del pensamiento de Aristóteles por espacio de dos mil años, y que se proyectará hasta el siglo XX.

Desde la crisis del modelo aristotélico (Siglo XVI y XVII) innumerables pensadores y escuelas han abordado la necesidad de sistematizar los procedimientos científicos y los tipos de desarrollo de teorías que se realizaron, buscando para su justificación el mismo estilo aristotélico: "*un orden fijo de la naturaleza y algún criterio universal de racionalidad*".

Hasta casi el 1800, la mayoría de los sabios y científicos se hallaban limitados dentro de una visión del mundo ahistórica, que incluía doctrinas filosóficas heredadas de los griegos y una escala de tiempo de las Sagradas Escrituras. Racionalistas y empiristas, por más ideas de avanzada que sostuvieran, no podían romper el esquema de la fuerza ahistórica. Nadie cuestionaba los principios fijos del entendimiento en el campo de la epistemología, puesto que se apoyaban en: leyes racionales de la Naturaleza, la Creación Divina del Mundo y la certeza del conocimiento geométrico (Toulmin, 1973).

Durante los últimos 250 años, la ruptura de los lazos con la teología, y un cambio de concepción en torno a las leyes de la naturaleza, no ya como "voluntad soberana" sino como en "evolución constante", ha instalado la variable histórica en interacción con el desarrollo del hombre, sus conceptos y el mundo en que vive. Se incluye su análisis para justificar explicaciones y hacer referencia tanto a las partículas de la materia, al sistema planetario, a las especies vivientes, hasta a los imperativos morales, a las organizaciones humanas, y a las características de la vida social.

El movimiento oscilante para explicar la realidad, desde la observación a la meditación, como polos divergentes de análisis de los procesos que realiza la ciencia, derivó en una concepción más moderna y actual en nuestro siglo, una visión positivista del conocimiento y del método científico, tratando de justificar criterios racionales en la producción de las ideas.

En este modelo *la tesis inductivista* afirma que las teorías científicas se derivan de los hechos empíricos a partir de la observación y experimentación. A medida que aumentan la cantidad de hechos, que por un razonamiento inductivo llevan a justificar enunciados universales, un número mayor de conceptos teóricos tendrá mayor poder explicativo.

El progreso científico incluye el descubrimiento de nuevos hechos y nuevas leyes que van a ser más fiables a medida que aumente el número de casos, que afirman o amplían la ley. El crecimiento de la ciencia es continuo, en ascenso, casi como una idea de progreso sin fin, y con un aumento del fondo de datos observacionales que confirman que las teorías tienen más veracidad. De este modo, se obtiene mayor garantía para entrar a formar parte de la comunidad científica.

Como alternativa al razonamiento positivista inductivo la *postura falsacionista* (Popper, 1967) define a la ciencia como el conjunto de hipótesis que con carácter provisional intentan dar respuesta a problemáticas no resueltas por otros marcos teóricos. Esas hipótesis han de superar las distintas comprobaciones a partir de la observación y la experimentación para que puedan ser aceptadas.

Cuanto más falseable es una teoría, mejor es, ya que al ser más veces falseada y haber resistido a las pruebas a las que se sometió, será ampliamente aceptada por la comunidad científica. Si las hipótesis son refutadas, darán lugar a nuevos problemas que exigirán nuevas pruebas, y así el proceso no tiene límites.

El progreso de la ciencia estaría dado por la contrastación de las teorías y por su refutación, garantizando el grado de verdad que sustente cada teoría, en función del análisis lógico matemático que se deduzca de ellas.

Filósofos como Lakatos (1978) establecen que todo *programa de investigación científica* tiene núcleos centrales de conceptos estructurados que son resistentes al cambio, y que solo podrán falsearse las hipótesis auxiliares que se sustituirían sin alterar lo esencial. El progreso científico se produciría por competencia entre programas, considerando simultáneamente las desventajas de lo *viejo* y las ventajas de lo *nuevo*. Se evalúa el progreso o degeneración de los programas de investigación.

Kuhn (1971) establece el concepto de *paradigma* como "conjunto de creencias, valores, técnicas compartidas de una comunidad científica". En el hacer del científico, hay etapas de *ciencia normal* en las que domina un cierto paradigma, que puede entrar en crisis por necesidades de reconstrucción de fundamentos, métodos y aplicaciones a partir de *anomalías* presentes en el cuerpo explicativo de las teorías.

El progreso científico, de acuerdo a Kuhn, existe en el sentido de que los nuevos paradigmas son más precisos y consistentes, y tienen mejor probabilidad de resolver satisfactoriamente los problemas.

Laudan (1986) defiende un modelo de ciencia dentro de una actividad cuyo fin es el dar respuestas a problemas planteados. Su concepto central de *tradiciones de investigación* incluye supuestos, metodologías, problemas, semejante a los programas de investigación de Lakatos y los paradigmas de Kuhn. La diferencia es que el cambio se produce de manera continua a partir de resolver problemas. El cambio de tradición de investigación se produciría cuando se provoca también un cambio ontológico y metodológico.

Popper, Lakatos y Laudan constituyen un modelo epistemológico contemporáneo de transición que intenta sostener la idea absolutista basada en criterios y principios fijos e inmutables de racionalidad, para justificar el conocimiento y la evaluación científica.

La combinación que establece Kuhn en su modelo de períodos absolutistas y dogmáticos (ciencia normal), con períodos relativistas y anárquicos (revoluciones científicas), han colocado en los últimos 30 años en el centro del debate epistemológico a los factores históricos, psico-sociales e ideológicos de la construcción de teorías científicas (Chalmers, 1982). Aspectos insoslayables a la hora del análisis, para comprender las variables subjetivas y contextuales del desarrollo del conocimiento.

En un extremo del relativismo radical Feyerabend (1975) profundiza el análisis histórico de la ciencia, como Lakatos y Kuhn, y concluye con la imposibilidad de establecer la validez universal de cualquier principio o método.

Este autor argumenta su crítica central contra *el método científico único* con la necesidad de libertad de conocimiento desde una multiplicidad de escuelas científicas y formas de pensamiento. No es que en la ciencia haya momentos más subjetivos que objetivos, sino que "permanentemente y en todos los campos del conocimiento coexisten e interactúan diversos factores mediadores de tipo

racional, estético, ideológico y político, tanto individual como social" (Feyerabend, 1984).

Toulmin (1973) considera la postura de Feyerabend como lógica ante el autoritarismo implícito en las posturas racionalistas y empiristas, ya que están ambas impregnadas de una definición a priori de lo que es ciencia, de tal manera que se corre el riesgo de limitar nuevos progresos de elaboración teórica que no se ajuste a las exigencias prescriptas dentro de esa concepción de ciencia.

A partir de su obra sobre la "Comprensión Humana", Toulmin (1973) se sitúa en el centro de la polémica entre absolutistas y relativistas, estableciendo un nuevo marco de profundización teórica que contempla los aspectos antagónicos: la búsqueda de criterios de racionalidad imparcial y la consideración histórica y psico-sociológica de los procesos.

Para ello, Toulmin (1973) propone volver a la tradición de la Grecia clásica y abordar los problemas epistemológicos no como filósofos ni como científicos, sino como cuestiones de todos los ámbitos del pensamiento. Trabaja en su tesis sobre un macroconcepto: *la ecología intelectual aplicada al desarrollo del conocimiento humano*.

En dicha propuesta sustituye la organización del conocimiento a partir de conjuntos proposicionales por la hipótesis de que las ideas se constituyen en poblaciones conceptuales en un desarrollo histórico, tanto en el plano colectivo como en el individual.

Un doble mecanismo, el de selección crítica y el de producción de innovaciones sería el motor del desarrollo y la evolución conceptual. Partiendo de problemas no resueltos se producirían exigencias intelectuales o unas prácticas específicas que llevarían a una presión selectiva sobre las poblaciones conceptuales y finalmente a un desarrollo por innovación y selección (Porlan, 1990).

Las ideas científicas forman poblaciones conceptuales en desarrollo histórico y las teorías científicas cambiarían de ese modo por presión selectiva ante nuevas variantes conceptuales o metodológicas. De este modo el progreso del conocimiento estaría dado por la gradualidad de las transformaciones, de modo parcial, sometidas al juicio crítico de la comunidad intelectual (Toulmin, 1970).

En este siglo XX la creencia de que el conocimiento humano debe ser gobernado por principios fijos sigue teniendo para muchos filósofos un fuerte atractivo, pero el reconocimiento a la diversidad conceptual e intelectual, que los hechos de la historia y la antropología han introducido, hacen necesario revisar los criterios y procedimientos utilizados para comparar y validar conceptos y métodos. Así lo explica Kierkegaard (1966) cuando dice que: "los conceptos, como los individuos, tienen su historia y son tan incapaces como éstos de resistir los estragos del tiempo".

La mirada evolutiva al cómo del conocimiento, obliga al científico a tener en cuenta tanto lo filogenético de la elaboración de las teorías, como la ontogenia del proceso científico, con sus condicionamientos individuales, y psicológicos, sociales e institucionales. De este modo se amplía la visión de la ciencia que estaba reducida al análisis sintáctico y semántico del lenguaje científico y a la lógica de su constitución interna.

Las teorías sobre cómo es posible el conocimiento humano, ponen su énfasis en este siglo XX, en las nuevas relaciones que pueden establecerse y deducirse desde las miradas interdisciplinarias, tanto entre los sistemas de

interpretación del mundo desde la razón científica, como desde el entendimiento cotidiano individual y subjetivo.

Las diferentes escuelas filosóficas desde el falsacionismo, los programas de investigación, el relativismo, tradiciones de investigación, los paradigmas y el evolucionismo, tienen una base constructivista. Todas estas concepciones teóricas aceptan que el conocimiento científico es construido por la inteligencia humana, teniendo en cuenta los conocimientos existentes y las teorías que orientan la observación, así como el reconocimiento del contexto socio-cultural particular en donde surgen las explicaciones (Mellado y Carracedo, 1993).

Todas las teorías científicas tienen temporalmente una coherencia interna y se corresponden con un cierto cuerpo de experiencias, estructurando modelos explicativos que se aproximan a dar distintas respuestas a las incógnitas que ofrecen los objetos a conocer.

Por otro lado, si bien las diferentes escuelas justifican los progresos en la construcción de conocimientos nuevos, no se han preocupado demasiado en otorgarle explicación a cuáles son los procesos por los que las personas construyen esos conocimientos.

Surge dentro de la "nueva filosofía de la ciencia", un espacio importante dedicado a la búsqueda de respuestas a esos procesos de elaboración del conocimiento. Por un lado, al modo como se organizan las tramas conceptuales explicativas, y que operan como marcos interpretativos de la realidad, y por el otro, a los criterios que organizan la investigación, y permiten superar los obstáculos del mismo proceso.

Reconocer nuevas regularidades en los hechos, determinar la invención o extensión de conceptos antiguos, o establecer nuevas relaciones entre conceptos implica cuestionarse el cómo se produce esa reestructuración del conocimiento; por qué se produce en un momento dado de la historia de las ideas; y por qué no aparece ningún cambio tras largos períodos de acumulación de conocimientos, poniendo en evidencia la persistencia de ciertas ideas erróneas.

Hay reestructuraciones débiles y fuertes de una teoría (Koyré, 1965 y 1973; Geymonat, 1957; Piaget y García, 1981) que permiten dar cuenta desde el análisis histórico, de la dificultad de un progreso conceptual. Es posible observar cómo ese cambio implica procesos lentos y graduales con desfases entre la formulación implícita de un argumento y su enunciación teórica. Esa toma de conciencia está íntimamente ligada a una reorganización continua del sistema teórico, donde no solo cambia la progresión conceptual, sino el significado que se le va otorgando.

Los compromisos del científico están puestos en una nueva reestructuración conceptual de su objeto de estudio, y de ese modo se enfrenta con sus supuestos básicos y su forma de ver el mundo, cuestionándose qué tipos de problemas tienen respuesta con los conceptos centrales de una teoría, y bajo qué condiciones algunos conceptos pueden ser reemplazados y por qué es necesario que ocurra.

Se propone de este modo abandonar el análisis sistemático y estático de las ideas científicas, por la comprensión dinámica e histórica del cambio conceptual, comprendiendo los procesos por los cuales nuevas poblaciones de creencias y conceptos se generan, se instalan y se usan para explicar los hechos y fenómenos.

Toulmin (1970) justifica la racionalidad de este proceso con el siguiente planteo:

"Esta se sostiene a partir de sus propios tribunales, en los que todos los hombres de mente despejada y con adecuada experiencia, están calificados para actuar como jueces, dentro de las diferentes culturas y épocas. El razonamiento puede operar de acuerdo con diferentes métodos y principios, de modo que esos medios diferentes representen (por así decirlo) las jurisdicciones análogas a la racionalidad. En lugar de tratar el contenido de una ciencia natural como un rígido y coherente sistema lógico, tendremos que considerarlo como un agregado conceptual dentro del cual hay grupos localizados de sistematicidad lógica, ya que hay muchos procedimientos, y métodos de representación explicativa independientes (algunos en conflicto) que se usan para alcanzar los objetivos disciplinarios propios de una ciencia".

Esto significa aceptar que dentro de un cuerpo de teorías, existe una población histórica de conceptos lógicamente independientes que tiene su propia estructura, origen e implicaciones científico-técnico y socio-cultural.

B. La organización de teorías cotidianas: historia, procedimiento y evolución.

Conocer y ser consciente de que se conoce son dos actividades muy relacionadas entre sí, y que han sido objeto de estudio a lo largo de la historia de las distintas escuelas filosóficas, tratando de explicar las características de los procesos de conocimiento del mundo, y de los procedimientos intelectuales involucrados en dicha tarea.

Por espacio de veinticinco siglos, el problema de la comprensión humana ha girado en torno a los mismos cuestionamientos en cada época: ¿Qué y cómo conocemos? ¿Comprenden del mismo modo la realidad personas de distintas culturas y lenguas? ¿Cómo justificamos ese conocimiento que usamos con autoridad intelectual?

Los filósofos y epistemólogos creen que una reflexión a priori de lo que realiza el ser humano cuando construye el conocimiento es suficiente para inferir cuál es el papel epistemológico del sujeto en la construcción del saber.

Esa concepción sobre el rol del sujeto que conoce, ha ido sufriendo transformaciones en función de los aportes que se incorporaron desde la psicología, sociología y antropología cultural a lo largo de los últimos cincuenta años.

En el campo filosófico existió por siglos la necesidad de fundar la comprensión humana en principios fijos (Platón, Descartes, Frege, Kant), con una razón a priori de tener un marco universal y obligatorio de formas intelectuales (Lorenz, 1984). Ha sido por largo tiempo una empresa muy atractiva buscar e identificar universales psicológicos, lingüísticos o conceptuales en el pensamiento de los hombres de distintas culturas y épocas.

Los filósofos de la antigüedad, y todos los que continuaron justificando un modo de pensar hasta el siglo XVI (Locke, 1690; Leibnitz, 1704; Kant 1781),

plantearon una discusión que osciló entre acuerdos y contradicciones en torno a los argumentos de los orígenes del entendimiento humano.

Locke era partidario de un esquema de conocimiento basado en un empirismo que asocia los sentidos con la posibilidad de generar ideas. La postura de Leibnitz, en cambio, hablaba de un conocer basado en un preformismo que tenía tallado en la mente del individuo principios e ideas que debían ser descubiertas para que fuesen útiles al pensamiento.

Aceptar diversidad cultural y variabilidad conceptual entre poblaciones e individuos, para justificar las significaciones otorgadas a los hechos, implica ir más allá de acordar y compartir una herencia fisiológica y categorías de formas de pensamiento común.

En opinión de Kant, "solo hay una manera genuinamente coherente de pensar acerca de cualquier tema particular, en la teoría científica o en la vida cotidiana. Los conceptos a priori determinan el alcance y los límites de la razón de una manera no empírica. La coherencia racional era para él una cuestión de todo o nada" (Toulmin, 1973).

Cien años después de estas ideas J. Piaget retoma la idea de Kant, no ya como racionalidad de todo o nada, sino como un ideal al que los hombres se acercan por aproximaciones sucesivas. Las teorías tanto de niños como de culturas primitivas se estructuran de modo diferente en pensamiento y acción a los modos de los adultos. Desde esta perspectiva el único sistema autorizado de conceptos y categorías es aquél al que se llega evolutivamente por sucesivas transformaciones, tanto en el contexto de la historia cultural como en el plano individual (Piaget, 1950; Toulmin, 1973).

Strawson (1975) plantea una nueva argumentación filosófica al asumir que el esquema básico de teorías cotidianas está definido por el ámbito real y corriente del sentido de uso inteligente de las ideas, y no tanto de los dominios eternos y atemporales de la racionalidad, como supone Kant.

Su postura deja espacio a los argumentos de los historiadores y antropólogos, ya que implica aceptar que los seres humanos en todos lugares y tiempos abordan problemas similares con modos de vida diferentes e inteligibilidad lingüística particular. Sus modos de hablar, pensar, razonar y actuar serían "racionales" e inconmensurables con los de otros estilos culturales.

Estos argumentos permiten establecer un nuevo marco de discusión filosófica: los esquemas de lenguaje y pensamiento cotidianos, que fluctúan y cambian lentamente, muestran los mismos problemas que los conceptos, que sufren cambio a nivel de las disciplinas científicas.

Los procesos de metarreflexión sobre la construcción de teorías científicas, han establecido un cambio gradual en las concepciones de conocimiento, progreso y método a lo largo de la historia. Del mismo modo, las hipótesis sostenidas sobre la inteligencia y cómo se adquieren conocimientos, han sufrido variaciones que señalan que la conducta cognoscitiva del ser humano y su papel en el proceso de construcción del conocimiento tienen explicaciones muy diferentes de los que la tradición suponía.

La acción comunicativa de los sujetos en distintos contextos culturales permite identificar procesos de entendimiento y socialización de los mismos conocimientos que se construyen. Dichos conocimientos se elaboran en relación a las vivencias de sus mundos subjetivos, de las categorías de objetividad que

asumen, y de las relaciones que comparten entre ellos (Habermas, 1987; Villoro, 1982).

El cómo se organizan esas teorías del quehacer cotidiano ha adquirido un papel relevante en la comprensión de la actividad cognitiva de los sujetos, y de la transmisión cultural de generación en generación. Así surgen las investigaciones de cómo se apropia el individuo de un conocimiento a través de su realidad cotidiana.

El conocimiento humano aparece gracias a una interacción entre las estructuras objetivas (del mundo real) y las subjetivas (del que conoce). Sin el aporte de los objetos no habría conocimiento sobre el mundo, solo sueños y alucinaciones; sin el sujeto no habría memoria, ni conceptos, ni deducciones ni clasificaciones, ni teorías. El conocimiento es el resultado de un complejo proceso interminable donde se incluye el objeto y el sujeto (Piaget, 1937; Vollmer, 1975; Lorenz, 1974).

De importancia trascendental para la problemática sobre la capacidad cognoscitiva y evolutiva del conocimiento son los trabajos de Jean Piaget, que se concretaron en su *Epistemología Genética*. El cómo del conocimiento, es su investigación empírica, y ha de ser explicado por su historia, por su sociogénesis, y por los orígenes psicológicos de los conceptos y las operaciones sobre los que descansa (Piaget, 1973).

Los avances realizados en las investigaciones comparadas de distintas culturas (etnología), dentro del campo de la antropología cultural (Levi-Strauss, 1975), brindan nuevos aportes a la interpretación del cómo se construyen esos conocimientos individuales y colectivos que se traducen en patrones culturales diversos de símbolos, idiomas, mitos, significaciones lingüísticas, prácticas cotidianas, etc.

Se ha potenciado en los últimos años un notable crecimiento de las investigaciones sobre las teorías, procedimientos y argumentos que utilizan niños, adolescentes y adultos para explicar los hechos y fenómenos del mundo. Los orígenes de estas líneas de investigación a partir de Claparede (1932), Wallon (1965) y Piaget (1937), han hecho progresar el concepto de representación o teorías intuitivas que utiliza un individuo para resolver un problema o razonar frente a una situación.

Las concepciones de ciencia, conocimiento y progreso científico, sustentadas por los filósofos de la ciencia contemporáneos como Kuhn, Lakatos, Toulmin y Morin, amplían la posibilidad de utilizar sus principios en otros tipos de conocimiento, no solo el científico, sino el llamado conocimiento *privado* (Gilbert y Watts 1983), el *natural* (Guidoni 1985) o *cotidiano* (Toulmin 1973).

Kelly (1955), asumiendo una visión constructiva y genética del conocimiento, describe su epistemología sobre los *constructos personales* a partir de modelos de prueba y de evaluación entre lo que le exige el entorno y el contraste con sus criterios personales. Cualquier hecho es susceptible de ser reconstruido por el sujeto en relación a las exigencias del medio y su propia imaginación. El individuo tendría hipótesis elaboradas que son revisadas a la luz de una nueva teoría que le dé mejor respuesta a sus necesidades (pragmatismo funcional).

Su modelo epistémico propone que "una persona usa los constructos para describir su experiencia presente y para predecir sucesos". Esos constructos también permiten la valoración de las predicciones después que los sucesos hayan

ocurrido, comprobando y validando o no su eficacia predictiva (comprobación de su teoría) (Pope y Gilbert, 1967).

Según Guidoni (1985), el conocimiento natural del hombre busca estructurar un comportamiento, dentro de un contexto y bajo un propósito, para sostener una explicación de los hechos del mundo, evolucionando esos estilos de comportamiento cada vez que lo necesita.

Claxton (1984) y Osborne y Wittrok (1983) también sostienen una teoría del uso de esquemas cotidianos, jerarquizados y organizados para dar respuesta a distintas situaciones e intentar comprender aspectos concretos de la realidad

El individuo conoce a partir de su teoría personal, formada por datos, representaciones y conceptos incompletos de lo que ocurre en la realidad, pero que tiene carácter de modelo explicativo e hipotético, permitiéndole de ese modo hacer predicciones y conjeturas sobre los cambios posibles.

Interpretamos la realidad a partir de nuestras propias teorías, de cómo vemos y la entendemos, incorporando la experiencia cotidiana al modelo que amplía su predicción, o aumenta su error interpretativo, pero que va dando nuevo significado a los hechos.

Claxton (1987) dice:

"Vivimos mediatizados por nuestras teorías personales que nos hemos construido y que abarcan toda nuestra experiencia explicativa: el mundo físico, el mundo social y la imagen que nos hacemos de nosotros mismos".

Las teorías personales están organizadas por conocimientos empíricos y simbólicos. El conocimiento experiencial o empírico (Claxton, 1984; Piaget, 1970; Ausubel, 1968; Novak, 1988) está formado por las relaciones y abstracciones que construimos a partir de la experiencia. Las tramas conceptuales que lo conforman contienen datos diversos, elementos sensoriales y afectivos interrelacionados en el tiempo y el espacio.

Este modo de organizarse le permite al sujeto predecir acontecimientos y guiar sus respuestas y actitudes con ciertos patrones, que según algunos autores son de conductas prácticas bastante estereotipadas, rutinarias y prototípicas (Guidoni, 1985; Norman 1982).

De esa interacción se construyen paulatinamente símbolos y significados que conforman estilos de organización del lenguaje, muy vinculado al plano experiencial en la infancia y que aumentan su autonomía a partir de la experiencia y madurez.

En palabras de Claxton (1987):

"El plano verbal se origina tanto en el contenido como en la organización, en la expresión de conceptos y relaciones que ya se han desarrollado en la experiencia, pero llega a ser independiente, pues desarrolla sus propias reglas, conceptos y prohibiciones, muchos de los cuales no se basan en la experiencia sino que se oponen a ella directamente. Existen muchas cosas que sabemos por intuición y no podemos expresar, y existen muchas otras que expresamos sin tener conocimiento personal de las mismas.

Platón sostenía que el saber y las creencias eran como algo que se posee, o sea un tipo de conocimiento que está a disposición de cada uno de manera que pueda utilizarse cuando se lo necesite.

En torno a esa idea Villoro (1982) afirma que:

"...la creencia no se distingue de los componentes afectivos y connotativos de la disposición a actuar porque puede resolverse en un caso por deseos internos al sujeto, y en otros por las propiedades de los objetos. Las creencias pueden ser compartidas con otros sujetos, puesto que pueden obedecer a propiedades susceptibles por principio de presentarse en mi mundo, éstas son propiedades "objetivas". De este modo, la disposición en cuanto determinada por el objeto la llamamos creencia".

Los procesos de internalización de la experiencia, las representaciones simbólicas, la imaginación, la fantasía, el entendimiento van estructurando las teorías personales, que no siempre están presentes en el plano de la conciencia.

La creencia de lo verdadero está determinada por el objeto, que puede ser común a otros, revelando partes del mundo en el que todos "creen", y pasar, de este modo, a ser una creencia colectiva y compartida.

La relación entre los motivos de creer algo y las razones genera el problema de la justificación del conocimiento, siendo necesario que las creencias se vuelvan objeto de reflexión para poder encontrarles razón.

Al reflexionar sobre las creencias se pueden elaborar razones de su significado, o bien no hacerse presente en la consciencia, aún cuando las usamos desconociendo las razones que guían nuestras acciones, o bien olvidando cuando se aprendieron.

Si ponemos en duda la verdad de las creencias, ponemos en conflicto y contradicción el hecho de que el mundo real y el creído no son los mismos. De ese modo, la razón para aceptar las creencias sólo serán válidas para un grupo de individuos que compartan ciertas creencias básicas acerca de la realidad y el mundo, y que utilicen los mismos sistemas explicativos para analizarlo.

Juzgar la objetividad de las razones de esas creencias implica reconocer de manera colectiva que los argumentos que le dan sustento son aceptados y compartidos por cada sujeto que la aceptan y comparten ,

Las teorías cotidianas están constituidas por esquemas, conocimientos que orientan nuestras interpretaciones, pensamientos y acciones cotidianas, conformando creencias. Hay una fuerte interacción entre las estrategias personales de organización de las ideas, los aprendizajes socio-culturales y comunicacionales que se establecen en distintos contextos y tiempos diferentes, y los procesos de transmisión cultural de generación en generación (Kelly, 1955; Vigotski, 1978; Villoro, 1982).

Las epistemologías cotidianas o personales, configuran una fuente de estudio sobre las que se han generado líneas de investigación desde los últimos treinta años. Las mismas se han desarrollado en torno a la posibilidad de identificar y caracterizar las estrategias intelectuales y de comprensión colectiva, los procesos socio-históricos y procedimentales que involucran la organización de estos conocimientos, y los obstáculos y resistencias para su evolución (Claparede, 1932;

Wallon, 1935; Piaget, 1937; Astolfi, 1978; Viennot, 1979; Tiberghien, 1980; Giordán, 1982; Guesne, 1983; Driver y col., 1985; Gilbert y Watts, 1983).

Dentro de estos estudios, uno de los menos abordados, es el que hace referencia a cómo se elabora, se desarrolla y cambia el conocimiento cotidiano; siendo de singular importancia, desde el punto de vista cultural y educativo analizar cómo se transforman esas teorías y el por qué de las resistencias y obstáculos para su propia evolución.

C. Reestructuración de teorías: el cambio conceptual en el conocimiento científico y en el cotidiano.

Los conceptos cambian con el impacto de las nuevas ideas o de nuevas informaciones. Esta misma afirmación puede ser analizada tanto dentro de las teorías científicas, como en las teorías personales o cotidianas.

Aprender es fundamentalmente llegar a comprender, aceptar las ideas, reestructurarlas. Desde esta perspectiva el aprendizaje es un proceso activo y racional que tiene que ver con las ideas, su modo de significarlas y justificarlas. Por ello, el aprender implica un cambio evolutivo y gradual de las teorías personales que intentan explicar la realidad (Posner y col, 1982; Driver, 1978; Pozo, 1989; Piaget, 1972).

"Las teorías cognitivas del conocimiento (Kelly, 1955; Ausubel, 1968; Vega, 1984 y Pozo, 1989), conciben el desarrollo dentro del aprendizaje como una reorganización de estructuras mentales, fruto de las interacciones dinámicas de las personas con su medio ambiente" (Porlan, 1993).

Los individuos poseen teorías organizadas de una determinada manera, que pueden ser reestructuradas con nuevas significaciones que permitan dar respuestas a la realidad y a las propias hipótesis formuladas, en interacción constante con su experiencia física, social y cultural. El análisis de este mecanismo de producción de significados, se hace necesario para analizar la naturaleza misma de los procesos de construcción y cambio conceptual.

A partir de los años setenta, la investigación sobre la enseñanza de las ciencias, muestra un particular interés por los modelos conceptuales y el tipo de razonamiento que realizan los alumnos en contenidos científicos. De allí en más proliferan trabajos sobre las concepciones de los alumnos respecto a numerosos conceptos científicos, físicos, químicos y biológicos, así como de nociones del campo de las ciencias sociales (Piaget, 1974; Driver y col, 1985; Carretero y Madruga, 1984; Giordán, 1982).

Los estudios realizados entre los setenta y ochenta revelan la importancia que poseen los contenidos específicos sobre el razonamiento que realiza el individuo, dando lugar a campos de investigación sobre las particularidades de los objetos a conocer y la organización de los esquemas de conocimiento en el sujeto que aprende.

Paralelamente surge el interés por comparar el tipo de conocimiento que posee y construye el "experto" y el "novato", en dominios científicos variados, con gran cantidad de estudios sobre *la sustancia de las creencias de los niños y*

adolescentes (Nussbaum, 1979; Nussbaum y Novack, 1976; Erickson, 1979; Driver, 1978).

Con todo este desarrollo e investigación se hace necesario encontrar una teoría que formule el proceso de cambio de los sistemas explicativos de los sujetos.

Apoyándose en los puntos de vista de la filosofía de las ciencias vigentes, es de donde se obtienen los mejores aportes para dar cuenta de un modelo general de cambio conceptual.

El contenido de una ciencia se transmite de una generación de científicos a otra por un proceso que supone un aprendizaje; aprendizaje que contiene elementos del proceso y resultados de la elaboración de teorías y explicaciones a los hechos y fenómenos. Ellos deberán ser sometidos nuevamente a una revisión crítica, comprobación, transformación y aplicación, a partir de distintos procedimientos y estilos intelectuales de representación de esos conocimientos. (Toulmin, 1973).

La complejidad de las explicaciones conceptuales en una teoría abarca tres elementos en su interior: *el lenguaje, las técnicas de representación y los procedimientos de aplicación de la ciencia*. Los primeros dos son los aspectos simbólicos de la explicación científica, y el tercero hace referencia a las situaciones donde son apropiadas esas actividades simbólicas.

Por ello, es conveniente dentro de la discusión filosófica, mantener los tres grupos de elementos al denominar conceptos científicos, ya que las innovaciones conceptuales que se producen en el interior de sus teorías se debe a los problemas que no se resuelven con esa significación lingüística, procedimental y de representación (Toulmin, 1973).

Las novedades conceptuales que surgen dentro de una teoría para hacer frente a un problema pueden implicar cambios a nivel del lenguaje, la representación o la aplicación de la misma. Suelen modificarse partes de la simbología formal, las ecuaciones o la terminología usada hasta el momento, a partir de un nuevo análisis de los datos, o una nueva significación de su uso práctico. Pueden, además, modificarse los procedimientos de aplicación, sin que se produzcan cambios en los aspectos simbólicos de los conceptos. Por otro lado, los sistemas de representación pueden variar a partir del desarrollo de nuevas técnicas, sin modificarse la significación de sus enunciados. También es posible, en otro extremo, que se produzca un cambio drástico en el lenguaje de la ciencia sin que necesariamente se altere su representación.

A lo largo de la historia evolutiva de una teoría se encuentran los niveles de problemas no resueltos, y se puede observar cómo esos cambios conceptuales que se producen van relacionando los tres elementos a la vez, lengua, significado y uso. Por lo tanto, el "descubrimiento de un concepto" solo es completo cuando se superan los niveles de terminología, técnicas de cálculos y procedimientos de aplicación.

Es necesario destacar que se oscurecería el análisis si no consideráramos estos procesos de cambio conceptual dentro de los cortes temporales en el desarrollo de una ciencia, los tipos de problemas conceptuales que tiene, los modos con que es posible modificar conceptos y procedimientos explicativos, y el desarrollo que se genera.

La reorganización conceptual en una disciplina científica implica poder construir una representación mejor, nomenclaturas y procedimientos más precisos, y diferenciar con mayor precisión en qué condiciones la representación que se ha

producido puede aplicarse a la explicación de los hechos del mundo tal como lo encontramos hoy.

Los problemas conceptuales de las teorías científicas, y otros ámbitos, no están relacionado sólo con los hechos o las definiciones de términos, sino que exigen que se redefinan sus supuestos a la luz de los hechos. Se establece una reciprocidad necesaria: no habría base para redefinir los conceptos si no se apelase a los descubrimientos empíricos; pero si no se establecieran nuevas definiciones y explicaciones poco progresaría la nueva interpretación que se establece sobre los hechos.

El conocimiento científico contiene procedimientos explicativos que le dan un significado a nivel de descripción y aplicación general o particular sobre los hechos. Wittgenstein (1953) lo explicaba de este modo:

"en la ciencia, el significado se muestra por el carácter de un procedimiento explicativo; y la verdad, por el éxito de los hombres en hallar aplicaciones para ese procedimiento".

La modificación de teorías, el reemplazo o reorganización de conceptos científicos, necesitan de procesos intelectuales, de toma de conciencia y reorganización de orden superior de los conceptos vigentes que comprometen un proceso lento y continuo de formulaciones y enunciados de argumentos nuevos.

El científico cuando se enfrenta a analizar los hechos con un sistema explicativo que no da cuenta de los mismos, necesita modificar sus supuestos básicos, y promueve, así, en el hacer una revolución conceptual (Kuhn, 1962), un cambio de programas (Lakatos, 1982) o una evolución conceptual (Toulmin, 1973). Para ello, debe constituirse en condición necesaria la modificación de los conceptos vigentes por no satisfacer las respuestas, así como delimitar cuáles son aquellos conceptos que orientan la nueva dirección de un nuevo sistema explicativo.

Esa nueva reorganización que se establece cambia el significado de los conceptos que componen la teoría, poniendo en evidencia que la adquisición de nuevos conocimientos teóricos es necesariamente producto de una reorganización cognitiva que se sostiene desde un nuevo sistema de creencias.

Los conceptos centrales de una teoría rara vez están relacionados directamente con la experiencia y son juzgados por sus modos de resolver problemas, siendo desechados cuando no ofrecen solución. Algo muy parecido ocurre con los conceptos de las teorías personales.

Las ideas y representaciones personales tienen gran estabilidad y consistencia, y son resistentes al cambio (Nussbaum, 1982; Brown y Zitsman, 1994; Vosniadow y Bremer, 1982; Carey, 1987; Driver, 1989). Esto plantea la necesidad de determinar cuál es la naturaleza y el carácter del cambio que debe darse.

Uno de los aspectos centrales pasa por delimitar qué procesos están implicados en el cambio y qué distinción es necesario marcar entre la evolución en la ciencia y en las teorías cotidianas.

Toulmin (1973) argumenta en relación a la evolución conceptual:

"Dentro de una cultura y época particular las actividades intelectuales de los hombres no forman una gama continua desordenada. Por el contrario, caen en disciplinas más o menos separadas y bien definidas. Pero, cada disciplina aunque mutable, normalmente exhibe una continuidad reconocible. Una explicación evolutiva del desarrollo conceptual, por consiguiente, tiene que explicar dos caracteres separados; por un lado, la coherencia y continuidad por la que identificamos las disciplinas como distintas, y por el otro, los profundos cambios a largo plazo por los que se transforman o son superadas".

La complementariedad que supone el equilibrio entre la continuidad y el cambio, son los elementos que interactúan en los procesos y progresos de teorías explicativas. Dado un conjunto de problemas no resueltos, la necesidad de solucionarlos plantea exigencias teóricas y prácticas a los sistemas conceptuales ya organizados, obligando a revisar, o a generar, innovaciones conceptuales y metodológicas, o bien a mantener el nivel de conflicto sin ningún cambio. El conjunto de problemas que se ofrecen para ser resueltos deben aparecer (para favorecer el cambio) como algo con sentido, cuando entran en competencia con los conceptos centrales e históricos que daban respuesta satisfactoria a los conflictos anteriores. Por lo tanto, para que se produzca un cambio radical de reorganización de dichos conceptos, deben cumplirse algunas condiciones (Toulmin, 1982; Posner y col. 1982).

a) *Insatisfacción con las concepciones existentes:* análisis de la estructura conceptual vigente, que no resuelve el problema, y que establece anomalías y conflictos cognitivos. Cuando se intenta asimilar una experiencia o una concepción dentro de la trama de concepciones que se posee surge una anomalía, un no sentido, un obstáculo. Ello obliga a revisar la población conceptual que le da sustento, tratando de reestructurar, rechazar o perpetuar los conceptos dentro las incoherencias que aparecen en la explicación ya existente, a modo de un proceso lento y gradual.

b) *La concepción nueva debe ser inteligible:* tanto el científico como el individuo deben ser capaces de analizar la posibilidad de justificar y argumentar a partir de nuevos conceptos. Las representaciones que se construyen sobre el conocimiento incluyen proposiciones, imágenes, e interrelaciones de símbolos y lenguajes, que operan activa o pasivamente para dar sentido a una nueva propuesta inteligible, candidata a una nueva concepción.

c) *La nueva concepción debe ser verosímil:* la verosimilitud obliga a guardar coherencia entre lo nuevo y otros conocimientos antiguos; si no puede dar cuenta de resolver el nuevo problema no parece como una elección plausible. Los nuevos conceptos deben ser coherentes con los compromisos epistemológicos y las creencias que se poseen y que estructuran la cosmovisión en donde está el sentido de la realidad que tenemos. Una teoría puede así aparecer como contraintuitiva, al contradecir el cuerpo de creencias básicas del individuo o grupo social donde se justifican y validan.

d) *El nuevo concepto sugerirá un programa de investigación novedoso, extendiéndose a otras áreas de indagación:* Si la nueva concepción puede resolver anomalías que no explicaba la teoría anterior, permitirá realizar nuevas

predicciones, establecer otros criterios metodológicos, ampliar la explicación, satisfacer necesidades antiguas, e interpretar otras experiencias. De este modo la posibilidad de acomodarse a ella tiene mayor sentido y se acepta.

Ahora surge un cuestionamiento: ¿qué tipos de conceptos guían u orientan el cambio conceptual dentro de la teoría? Los sistemas o poblaciones conceptuales que organizan los individuos no obedecen sólo a un proceso individual de selección de nuevas variantes de conceptos, sino que son frutos de las interacciones sociales, y de la validación intelectual y cultural que impongan los mismos grupos humanos (Toulmin, 1973; Posner, 1982).

Las representaciones del mundo se usan para describir la experiencia cotidiana, predecir sucesos y valorar las mismas predicciones. La evolución de conceptos y la ecología conceptual personal son fruto de la comunicación social y la producción constante de variantes conceptuales para dar respuesta a los problemas del individuo y al ambiente cultural (Toulmin, 1973).

“Si viviésemos en un mundo estático nuestros pensamientos lo serían... Pero siguen ocurriendo cosas nuevas y nuevas predicciones siguen cambiando de forma esperada o no esperada... La experiencia de cada día reclama la consolidación de algunos aspectos de nuestros puntos de vista, revisión de algunos y abandono de otros”.

El paradigma personal sufre procesos de elaboración y modificación de conceptos que no usa o no tiene significado. Puede incorporar aspectos que le resuelven mejor ciertos problemas y le dan mayor explicación, o bien puede cambiar profundamente toda su concepción. Desde esta perspectiva se puede sostener la hipótesis de que podrían existir algunos tipos de conceptos del mismo sistema explicativo, que determinarían la dirección de un proceso de acomodación (Toulmin, 1973)..

Una vez vista una alternativa verosímil e inteligible se intenta aplicarla a la resolución de nuevos problemas. Los procesos de acomodación en el sistema conceptual personal constituyen un ajuste gradual de sus concepciones, con cambios de dirección frecuentes de acuerdo a las necesidades que se le plantean, siendo las *anomalías* y los *presupuestos* sobre el conocimiento las guías del cambio conceptual.

El conflicto, las anomalías y el cambio conceptual, se han trabajado ampliamente, tanto en psicología como en educación científica dentro de la estructura piagetiana como modelo sistemático del desarrollo intelectual, a partir de la coordinación de esquemas que se estructuran y se organizan a partir de equilibrios y desequilibrios constantes. Los procesos de autorregulación constante permiten que la maduración, la experiencia física y el contexto social se coordinen de un modo no contradictorio para dar respuesta a los hechos (Driver y col., 1978; 1985; Kuhn, 1976; Bernstein y Cowan, 1981; Pozo, 1987).

CAPITULO II

**La historia de un proceso de explicación biológica:
noción de origen de los seres vivos.**

- El Universo imaginado: las cosmologías.
- Cosmos, Magia y Religión
- La cosmología aristotélica
- La cosmología mecanicista
- La cosmología evolutiva

"La Historia de la Ciencia proporciona material al examen crítico de si misma; aumenta la valoración de lo que ahora poseemos cuando reconocemos las dificultades que costó adquirirlo. Sirve de puente a la laguna existente entre la ciencia y las humanidades, demostrando cómo las ciencias naturales forman parte del humanismo de nuestro tiempo. Siempre habrá científicos que estén interesados por conocer no sólo el contenido de las teorías, sino conocer su génesis" (Hooykaas 1970).

-El Universo imaginado: las cosmologías.

El hombre como especie biológica se desarrolla en relación con su medio ambiente natural y social a la vez, enfrentándose a un sistema de normas y valores que condicionan la forma de satisfacer sus necesidades. Interactúa en todos los ambientes conformando distintos grupos humanos que en esencia hacen las mismas cosas de modo diferente, siendo esa cualidad la que lo hace distinto del resto de los animales: su capacidad de crear cultura.

La cultura es el conjunto de significados, expectativas y comportamientos compartidos por un grupo social, que se van construyendo en el tiempo y espacio; aprendizajes de producciones, intercambios y realizaciones individuales y colectivas, que configuran textos ambiguos de múltiples interpretaciones y significados (Bruner, 1988).

En las sociedades humanas se transmiten y comparten las experiencias mutuas, gracias al lenguaje y la simbología construida, como así también se crean nuevas experiencias y conocimientos a través de leyendas, mitos, arte, ciencia y religión.

La necesidad de otorgarle sentido a los fenómenos de la vida cotidiana y los actos humanos, permitió generar en las antiguas civilizaciones y la ciencia moderna, sistemas de creencias acerca de la estructura del mundo, o sea cosmologías. Según el diccionario, *cosmos* significa universo creado por la imaginación o el intelecto; totalidad del universo como conjunto ordenado; opuesto al caos.

Las regularidades que parecen manifestarse en el universo sugieren la idea de *cosmos*. Concebir un universo ordenado permite predecir acontecimientos, darnos seguridad y proyección en nuestras acciones y poseer un modelo de cómo abordarlo.

El cómo se organizaron y fundamentaron las distintas cosmologías, ha sido tema de estudio e investigación constante, así también el cómo esos saberes fueron significados en función de los contextos de producción científicos o sociales, de manera tal que formaran parte del hacer cultural del hombre.

Las interpretaciones realizadas desde distintas visiones del cosmos, nos aproximan al modo de cómo se organizan las explicaciones sobre los fenómenos, y de qué manera opera el pensamiento para estructurar la realidad.

Desde esta perspectiva, se hace necesario integrar el estudio de la magia, la astrología, la religión y las creencias dentro del origen de la ciencia misma, pues, de manera consciente o inconscientemente, han contribuido a su desarrollo. Kragh (1989) sostiene que:

"La investigación histórica del proceso de construcción de conceptos e ideas sobre el mundo, conducirá a una comprensión más profunda del significado que se le otorga a las explicaciones, un análisis crítico para valorar los logros, y un puente ante la laguna entre los procesos que elaboran teorías, con las características del momento en que se producen" (Kragh, 1989, pág 35).

La magia es considerada por muchos autores como la aplicación errónea de la noción de causalidad, porque intenta controlar los acontecimientos con una confianza positiva en los resultados a obtener. Frazer y Brown (1986) la caracterizan como una *pseudo-ciencia* ya que al igual que la ciencia positiva, considera que si se realiza una acción bajo un conjunto determinado de condiciones aparece un efecto específico.

La religión, según este mismo autor, surge como estadio cultural superior a la magia, producto del desencanto del hombre frente a la falta de eficacia de las técnicas de la magia. La religión implicaría un sentimiento de inferioridad frente a la Naturaleza. La ciencia, dice Frazer y Brown "vuelve a la relación causa-efecto, pero con un sustento de datos desde la realidad".

Autores como Durkheim y Malinowski (1986) plantean frente a la búsqueda de los saberes, dos campos donde se incluye la magia y la religión, y por otra lado, lo profano, ocupado por un saber basado en la experiencia y la razón. Estos dos campos de acción están bien delimitados por el hombre primitivo, que sólo recurre al campo sagrado cuando no reconoce la importancia de su conocimiento racional. Para el autor la magia es un acto con fin reconocido; por ejemplo: un ritual para lograr la fertilidad de la mujer.

"La magia expresa el mayor valor que frente a la duda confiere el hombre a la confianza, a la resolución frente a la vacilación, al optimismo frente al pesimismo" (Malinowski, 1986).

La magia difiere de la religión al ser ésta un conjunto de ritos que son un fin en sí mismos; se constituye en una versión del mundo y sus orígenes, del sentido de la vida y de las sociedades, ofreciendo alternativas de respuestas a las incógnitas y a las preguntas.

Los antiguos pueblos, Babilonia, Egipto, India y China, desarrollaron métodos de predicción y tecnologías primitivas sin dar ninguna explicación natural de esos

mismos fenómenos que podían predecir tan diestramente. Los textos que escribieron contienen mitos muy arraigados en donde el orden visible de las cosas es atribuido a un sistema legal de dioses que personificaban las mismas fuerzas de la naturaleza (Crombie, 1959).

Esta visión comienza a quebrarse en parte ante la presencia de un pensamiento racionalista y crítico (Siglo VI a.C.) que establece relaciones causales entre hechos, aporta una observación y contrastación más sistemática de las experiencias para explicar la realidad.

Con un nuevo estilo de indagación de la naturaleza, que nace con los griegos, se polarizan las explicaciones entre el atomismo de la filosofía naturalista, y la mística de la forma y el número de los pitagóricos.

El pensamiento de Platón y su filosofía metafísica son el sustento ideológico de las doctrinas cristianas, con elementos de las religiones orientales de misterio. La supremacía de la razón, siendo la mente humana capaz de captar a Dios y al Universo, dio lugar al camino de la ciencia desde el supuesto de que la naturaleza es inteligible. Esa fue la herencia en los siglos que siguieron (próximo a la Edad Media), donde se traducen las obras de Aristóteles, y se establece una síntesis complementaria con el escolasticismo de Santos Tomás de Aquino, uniendo el cristianismo con la filosofía de la ciencia occidental (Dampier, 1989).

Al revés de lo que se supone, la filosofía y la teología medieval hacían pleno uso de la razón, obteniendo resultados y procedimientos lógicos, a partir de una deducción de lo que se aceptaba como premisas de autoridad: las Escrituras interpretadas por la Iglesia y las obras de Platón y Aristóteles. De este modo, el escolasticismo preservó la creencia en la inteligibilidad de la Naturaleza, en medio del caos de la magia, la superstición y los mitos, como parte del paganismo del hombre medieval.

La búsqueda de respuestas a la regularidad de los fenómenos favoreció el crédito a los métodos que permitieran despertar la fe en la posibilidad teórica de llegar a formular una explicación *mecanicista completa* de la existencia del mundo. Esta postura establece un giro importante en el pensamiento medieval, ya que se intenta sistematizar en conocimiento revalorizando un método que les permitiese conocer leyes, diseñar modelos, observar, registrar e ir superando especulaciones abstractas y teñidas de mitos (Ducasse, 1985).

Dentro de esta modalidad de explicar la Naturaleza, y a lo largo de los últimos siglos (XVI, XVII, XVIII XIX) surgieron teorías e hipótesis diversas, desde cosmovisiones enfrentadas con distinto grado de validación, pero con un elemento en común: hacer progresar el conocimiento, tras una objetividad mayor, con relación

permanente entre lo empírico y lo racional. Relación válida no solo para la historia del conocimiento, sino para el progreso del pensamiento del hombre que lo construye.

Los orígenes de la ciencia moderna se remontan cuanto menos al siglo XIII, pero a finales del siglo XVI la revolución científica cobró un ritmo sorprendente. Se modificaron los tipos de preguntas, afectando la idea que el hombre poseía del mundo así como de su posición en la sociedad.

-Cosmos, Magia y Religión.

El Hombre, desde siempre, ante la necesidad de explicar las causas de su existencia y de explicar su mundo, organizó y generó conocimientos a partir de su intuición, especulación, sentimientos y curiosidad constante. Sus necesidades básicas, casi de sobrevivencia -comer, abrigarse, moverse, protegerse- se fueron entrelazando con hechos y cosas presentes y pasadas; nexos de continuidad que lo unían a sus antecesores; una influencia que se sucedía de padres a hijos, y que fueron conformando todo un pensamiento sobre el cosmos.

Su mirada gira en torno a lo alto del cielo, buscando respuestas a lo que no puede comprender, rindiendo su intelecto ante la presencia de lo infinitamente grande: *el Universo es el caos y sus leyes el capricho*. Las relaciones cielo-tierra y origen-destino, fueron orientadoras de sus primeras explicaciones, inferencias especulativas y proyecciones a la realidad.

Las distintas civilizaciones entre los mil quinientos a dos mil años a.C. (egipcia, babilónica, hindú, griega), contemplaron con singularidades la concepción del desarrollo del Universo a partir de una Divinidad. Todo se "*divinizaba*", y no era extraño que las oraciones fueran dirigidas a rendir culto a las fuerzas materiales del mundo corpóreo. Los cantos a los fenómenos físicos y de la naturaleza (su contacto con el "*Tú*" *animal, vegetal o humano*) rodeaba con un halo de misterio y omnipotencia.

En las distintas culturas predominaba una idea muy simple y fuerte a la vez: *la tierra es el centro del Universo y allí el hombre tiene algún privilegio, y es este espacio donde él está para algún fin*.

En la antigüedad los mitos tuvieron larga vida, dominando las interpretaciones que se realizaban sobre la naturaleza. Las creencias que rondan ese pensamiento mítico, son muy antiguas, muy arraigadas e imperceptibles a la hora de justificar las razones, configurando una imagen de origen del mundo que es heredada.

Son relatos que se cuentan una y otra vez, de generación en generación, que se transmiten de viejos a niños, que hablan de *orígenes fabulosos* y de la necesidad de mantener vivas *ciertas tradiciones*.

Este pensamiento mítico o *salvaje*, como lo categoriza Levi-Strauss, es un entramado intelectual, opuesto al *pensamiento cultivado* -próximo al uso racional- pero ambos pueden coexistir en la interpretación y en la búsqueda de sentido al funcionamiento del mundo (Levi-Strauss, 1975).

Estos mitos configurados en creencias poseen dominios específicos y ámbitos de intervención como: el matrimonio, la fertilidad, la virginidad, la inteligencia, el hogar, las leyes de la naturaleza, el orden social.

Las creencias no son datos que se usan en un determinado momento, ya que para creer en algo no es necesario que también esté pasando en la conciencia. Más bien esas creencias orientan las acciones de una manera determinada, explicando de acuerdo a la situación que se presente.

Crear sobre algo o en algo implica tener expectativas formulables a manera de hipótesis, que regulan las acciones ante el mundo. Son precisamente esas creencias sobre el mundo, sus orígenes, el movimiento, etc. las que operan como guía de las interpretaciones y respuestas ante las distintas situaciones.

La creencia en un hecho es considerarlo como parte del mundo real, y por ello al contactarnos con el mundo contamos con esa creencia, "*como que existe*" (Malinowski, 1986).

La disposición a creer depende de los hechos tal como son aprehendidos por un sujeto y tienen cierta relación con la verdad, por eso "*creemos lo que hemos considerado verdadero*".

No podemos creer en nada que no haya sido aprehendido por algún proceso de memoria, percepción, imaginación, representación, fantasía, entendimiento, pero que no es necesario que esté presente en la conciencia.

De allí la importancia que juegan los relatos y explicaciones míticas, mágicas y/o fantasiosas en la comprensión del mundo, ya que operan a modo de obstáculo inconsciente a los sujetos, para incorporar nuevos datos de la realidad, que permitan estructurar una nueva cosmovisión, diferente a la que se "*cree*" como verdadera. Es la dificultad a la que se enfrentaron los hombres para lograr un cambio de modo de pensar.

El hombre primitivo considera que detrás de lo que se presenta en la realidad aparece algo oculto que se le revela haciendo que las cosas tengan un "*cierto*" sentido lógico.

Esas identidades constituyen una imagen del mundo que el hombre mismo se ha creado, y a través de la que mira todos los hechos y sucesos.

Rostand, lo define así:

"El problema cosmogénico tiene atributos fantasmales: es el Ser primordial (Caos) en el vaivén de conflictos y tempestades, el principio y el fin de todo lo existente" (Rostand, 1960).

En todo este pensamiento, se espiritualizaba el concepto de Creación, existiendo muchas versiones sobre la misma. Los egipcios antiguos lo explicaban de la siguiente manera:

"En el principio era Ju-ok, el Gran Creador, quien creó una gran vaca blanca, que surgió del Nilo. La Vaca Blanca dio nacimiento a un niño al que amamantó y dio el nombre de Kola"(Smith, 1977).

Hay en la historia muchos relatos de este estilo, en donde el hombre se satisface con hallar *"una forma que relacione el llegar a ser"* con un acontecimiento imaginado concretamente, aún sin coherencia aparente.

Muchas veces lo imagina por analogía con las condiciones humanas. Se concibe la Creación como *"un nacimiento"*, siendo la forma más simple la de una pareja como progenitora de todo lo existente. Tanto para egipcios, griegos y maories, la primera pareja estaba compuesta por la Tierra y el Cielo.

En otros casos se concibe la Creación como la acción de uno de los progenitores, mujer, en el caso de una diosa, o un demonio; o bien la creación a cargo de un varón. En Egipto, el Dios Atum, *"surge de las aguas pimitivas"* y a partir del caos engendra la primera pareja de Dioses.

Toda la variación que surge de ese "inicio", va construyendo una cadena de mitos, y un sistema cosmológico caracterizado por la especulación.

En otro texto sobre Cercano Oriente, se afirma que el hombre fue hecho a imagen de Dios, que cuida a sus criaturas humanas:

"Bien cuidados se encuentran los hombres. Él hizo el cielo y la tierra conforme a sus deseos y ahuyentó el monstruo de las aguas. El formó el aliento para sus narices, su imagen, nacidos de su propio cuerpo. El hizo para ello las plantas y animales, las aves y peces para que se alimenten"(Wilson, 1951).

El misterio del Origen permitía darle "*vida*" al hombre a partir de la naturaleza misma: de tres aguas diferentes mezcladas, no había ni cielo arriba, ni cielo abajo, pero en el seno de la masa acuosa, nacieron los dioses que dieron forma al cielo (como un círculo masculino) y a la tierra, como uno femenino". Los distintos romances entre Tierra-Cielo generaron luego las lluvias, las tormentas, los agravios o bienaventuranzas a las que se le rendía culto.

Frente al naturalismo politeísta de Babilonia, y a las diversas creencias del mundo egipcio, las tribus hebreas irrumpen con una conquista clave, *el monoteísmo*. "El Señor, nuestro Dios, el Señor es uno: el Señor creó el mundo". En el relato de la creación encontramos la expresión fundamental y casi completa de la respuesta hebrea al problema del hombre: lo formó con sus manos divinas del polvo de la tierra y alentó en su nariz soplo de vida, y así fue un ser viviente.

El mundo, al igual que el hombre tuvo su origen en manos del Creador. Aún conociendo perfectamente la secuencia biológica, atribuían a Dios el poder de concederla o negarla.

El pensamiento hebreo crea un nuevo mito: *el mito de la Voluntad de Dios*. El gran "*TU*" al que se enfrentan los hebreos trascendía la naturaleza, pero se encontraba en una relación particular con el hombre.

El hombre no era solo el siervo de Dios (como en Mesopotamia); ni tampoco estaba dentro de un universo estático sin problemas como en Egipto; de acuerdo con el pensamiento hebreo, *el hombre era el intérprete y siervo de Dios*. Se le había confiado la tarea de "realizar la voluntad de Dios".

El origen del pensamiento que explicaba de dónde surge el hombre estaba en perfecta conexión con lo *divino* que era inmanente a la naturaleza y ella se encontraba ligada directamente a la sociedad.

Le cabe a los griegos, a partir del siglo VI a.C., el intento de superación del pensamiento mítico. En sus concepciones sobre el origen aparecen los conocidos temas orientales, con una disminución bastante notable en la distancia que separa al hombre de los dioses.

Sus especulaciones son acerca de la naturaleza del origen de los seres:

"A partir de las cenizas de los Titanes destruidos por Zeus surge el hombre; por ello, es perverso el hombre y a la vez como los Titanes participaron del cuerpo de un Dios, el hombre contiene una chispa divina e inmortal" (Irwin, y Frankfort, 1954).

Es muy frecuente encontrar mitos sobre mujeres que tuvieron relaciones con dioses, y les dieron hijos perfectos e idénticos a ellos, preservando la herencia de lo bello, lo *perfecto* y lo *idéntico*.

Se mantiene en ambas culturas -Mesopotámica y Oriental- los métodos de interpretar la naturaleza con una visión ordenada del Universo a partir de asociaciones genealógicas.

Así se explica en el siguiente relato:

"Y la noche engendró el odioso Hado; y engendró el tenebroso Destino, a la Muerte y el Sueño, y engendró al clan de los ensueños; a todos ellos engendró la negra Noche, si bien no se desposó con nadie" (Smith, 1977).

El proceso de la procreación da un esquema que les permitía conectar fenómenos y ordenarlos en un sistema comprensible.

Los jónicos, por otro lado, se desenvolvían en un dominio fronterizo, buscando por un lado respuestas más inteligentes en un mundo fenoménico, *pero mantenían el encanto de esa relación entre el hombre y la naturaleza*.

Tales de Mileto (600 a.C.) dio a conocer su hipótesis de que era *el agua el principio o causa de las cosas*; pero a la vez se contradecía con esa afirmación: *"Todas las cosas además están llenas de dioses"*. De todas formas asumía el *poder del agua* como agente fecundador.

Anaxímenes indicaba *al aire como la primera causa*, pero al mismo tiempo este aire estaba misteriosamente conectado con el mantenimiento de la vida: *era la fuerza vital*.

Aquí aparece un hecho interesante a destacar, y es que, a pesar de que estos hombres consideraban *"que todo estaba lleno de dioses"*, trataban de comprender y *establecer la coherencia de los hechos y los fenómenos que buscaban explicar*.

El progreso del razonamiento sobre esos fenómenos, marca un intento de autonomía de pensamiento al atreverse a jugar con conjeturas y supuestos que expliquen las relaciones posibles. El pensamiento científico solo es posible a partir de esta distinción.

Anaximandro, sostenedor de la hipótesis del origen a partir del aire, afirmaba que el fundamento de toda existencia debía ser diferente de los de la *"realidad"* o sea de otra *"naturaleza no definida"*.

Trataba de explicarlo así:

"...En aquello en que los seres tienen su origen, en eso mismo viene a parar su destrucción, según que es necesario, porque se hace justicia y se reparan unos a otros en el orden del tiempo; durante el invierno el frío comete injusticias con el calor y así en otras cosas" (Irwin, y Frankfort, 1954).

Nuevamente en esta explicación se mezcla el mito y el pensamiento empírico característico de los siglos V y VI a.C. en Grecia.

El hombre primitivo considera que detrás de lo que se le presenta, en la realidad, aparece algo oculto que se le "*revela*", haciendo que las cosas tengan un "*cierto sentido*" lógico, y estén justificadas.

Esas identidades constituyen *una imagen del mundo* que el hombre se ha creado, y a través de la que mira los hechos y los sucesos.

Eliade (1981) explica que éstas son las imágenes fuerzas por las que el hombre se representa el mundo, pero que es necesario comprender que las características del pensamiento mítico no son privativas del *hombre primitivo*, sino que lo son del *pensar del hombre*, y que aparecen en las sociedades contemporáneas como elementos actuantes.

Le cabe a Levi-Strauss, el mérito de haber demostrado la lógica del pensamiento "*cultivado*", hallándose la diferencia en los objetos a los que se dirige el pensamiento. Levi-Strauss dice:

"Ese pensamiento no es para nosotros, el pensamiento de los salvajes, ni la humanidad primitiva o arcaica, sino el pensamiento en estado salvaje, distinto del pensamiento cultivado con vistas a obtener un rendimiento" (Levi-Strauss, 1975).

El pensamiento que ronda los mitos, tiene un carácter especulativo, visionario, que intenta explicar y unificar lo que impone la experiencia misma. Lo significativo en estas explicaciones son las relaciones que se establecen con los elementos del discurso, siendo "*histórico*" y "*ahistórico*" al mismo tiempo, ya que habla de hechos pasados, que permiten el presente y a la vez, dejen entrever qué sucederá en el futuro.

Las cosmologías establecidas en este pensamiento son en su base, construcciones del hombre al enfrentarse a un "*Tú*" cósmico. Todo lo que sea revelación o creación misma es imposible de discutir porque trasciende la razón.

De todos modos, es ese pensamiento en estado primitivo, como lo categoriza Levi-Strauss (1975), un entramado intelectual opuesto al pensamiento más racional,

pero que ambos pueden coexistir en la interpretación y en la búsqueda de sentido al funcionamiento del mundo. Si bien operaba a modo de obstáculo para la comprensión de los hechos, también permitía completar el razonamiento satisfaciendo el intelecto, pero sin lograr deducciones lógicas.

- La cosmología aristotélica.

Aristóteles (384-322 a.C.) proporcionó la síntesis más amplia de los logros de la ciencia antigua. Expuso sus conceptos sobre el origen de la vida de manera que perduraron por siglos en la cultura de los hombres y de la ciencia. Para Aristóteles, el mundo y las especies naturales son "*existentes desde siempre*", "*son lo que son desde la eternidad*" (Capelleti, 1988). A cada una de ellas, le corresponde una forma de sustancia única e inmutable.

Esa forma está inmersa en la materia, que es "*indeterminada y determinable*" sujeta a todo movimiento y a todo cambio, y que se constituye en su forma desde la *materia prima única y universal*. O sea que todas las especies vivientes y no vivientes tienen una raíz común y nacen de una única matriz.

Aristóteles, filósofo fijista y esencialista, reconoce la continuidad de la realidad natural y de toda la vida, y se constituye en uno de los predecesores de las modernas teorías evolucionistas (Guyenot, 1956).

En efecto, al admitir que de la materia inerte surgen formas elementales de vida, no solo continúa las ideas de Anaximandro y Anaxímedes, sino que establece la presencia del "*éter*" o "*pneuma*" (portador del calor vital) para el surgimiento de la vida. Aristóteles no admite que las simientes de los seres vivos lleguen -por cualquier medio- a la tierra, pero considera sí que el éter que proviene de los astros -y del sol- diferente en sustancia a la de los cuatro elementos de los cuerpos terrestres, *es condición indispensable para el surgimiento del alma y la vida*.

El modo en que el éter llega a las simientes -vegetal, animal y humana- no queda establecido en su teoría, pero es sin duda a través de los rayos del sol. Es claro que para Aristóteles el calor del éter hace posible el funcionamiento del alma y los distintos movimientos vitales.

Este error abrió un camino posible para la formulación, siglos más tarde, de la actual teoría fotoquímica del origen de la vida (Desguin y Dauviller, 1939). En ella se sostiene que la energía de la biopoyesis es brindada por los rayos ultravioletas de la luz solar.

Aristóteles sostuvo además que los seres vivos se generan no sólo a partir de sus semejantes, sino a partir de la materia inerte:

"Idénticos son los animales nacidos de la tierra, de las secreciones pútridas o por el acoplamiento de otros animales, y entre las plantas ocurre de igual modo: algunas surgen de las semillas, otras como espontáneamente mediante la fuerza de la Naturaleza, por la putrefacción de la tierra, o de ciertas porciones de la planta" (Oparin, 1979).

La *generación espontánea* de los seres vivos, ha sido una de las ideas más persistentes a lo largo de la historia de las teorías explicativas sobre el origen.

Hasta para explicar el origen de gusanos intestinales se argumentaba:

"Al haber completado Dios la creación en seis días, resultaría que Adán debió desde el primer día de su existencia llevar consigo por lo menos un individuo de todos los gusanos intestinales de la humanidad futura" (Guyenot, 1956).

Así también Paracelso siglos más tarde (S. XV) proponía a modo de validación de su teoría sobre el origen la siguiente experimentación:

" Para obtener un hombre, dejar que su simiente se putrefacte en una calabacera durante cuarenta días hasta que comience a moverse o a agitarse. Al cabo de ese tiempo, será semejante a un ser humano, pero sin cuerpo y transparente. Si se lo nutre a diario, con arcano de sangre humana y se lo mantiene a calor constante en un verter equinus, llega a convertirse en una verdadera criatura llamada Homúnculo. Este es uno de los secretos que Dios nos regaló a los hombres para que lo develemos" (Paracelso (siglo XV), citado en Guyenot, 1956, pág. 340).

Las tesis que sostuvieron por varios siglos oscilaban entre los que aceptaban que la vida procede por putrefacción, caldo, "*algún medio propicio*", "*suerte de sustancia*"; y aquéllos que pensaban que provenía de un "*germen*" organizado a partir de la materia viva, o por designio de Dios, o preestablecido por un "*orden superior*". Ya en las cosmologías de los antiguos griegos se hicieron intentos de

explicar la generación espontánea desde el Angus, y que el hombre se desarrolla a partir del pez, citando a las algas y peces fósiles como prueba de que la vida *surgió del agua* (Jenófanes, S. IV).

Empédocles sostenía que la vida surgía de la Tierra: primero las plantas, luego partes de animales que se unían al azar en sus partes y producían figuras monstruosas o adecuadas. Recién cuando apareció la diferenciación de sexos se reprodujeron y la tierra cesó su generación espontánea.

La noción de "*semilla*" en la tierra explicaba que permitía la generación de seres animados e inanimados a partir de la materia indeterminada.

Esta concepción llevó a la creencia de que se podían convertir seres de silvestres en cultivados. Por ejemplo, cuando se corrompía una planta (su forma sustancial), como cuando el muérdago "*surgía*" sobre un árbol enfermo hasta llegar a aceptar que se podía producir especies nuevas por injerto.

Dentro de la cosmología aristotélica la idea de "*calor vital*" se trasladó desde el origen del mundo al de cada especie viviente, creyendo que en la eficiencia del calor vital estaba la causa de toda la actividad de los seres vivos. Hasta se explicaban los hechos de la herencia prevaleciendo las características sustanciales femeninas, allí donde el "*calor vital*" del macho era muy bajo.

Aristóteles escribió en "De Generatione Animalium" que "*el espíritu incluido en la semilla y el principio natural que está en ese espíritu, es similar al elemento de los astros*". Por lo tanto, durante muchos siglos se pensó que la corrupción de un organismo muerto engendraba las formas animales inferiores que daba origen a la materia disponible; así como los gusanos se engendraban en el estiércol (Crombie, 1959).

Esta concepción de calor vital también era sostenida por los árabes y los escolásticos que suponían que también el mismo calor derivado del sol favorecía la generación de seres.

Desde el siglo V al XII (primeros siglos de la Edad Media) las compilaciones realizadas permiten analizar la confluencia de culturas en las sucesivas invasiones y conquistas entre Oriente y Occidente. La conquista de la mayor parte del territorio del Imperio Oriental por los árabes significó el cierre de la principal fuente de conocimientos griegos para Occidente, debido principalmente a los celos e intolerancias de los credos opuestos.

El mundo corpóreo estaba formado por cuatro elementos: *tierra, agua, aire y fuego*, por orden de peso y ligereza. En la creación, "*estos cuatro elementos junto a la luz y el alma del hombre fueron creados por Dios*" (Crombie, 1959).

El redescubrimiento de las obras griegas a partir de los árabes, provoca un giro de la perspectiva filosófica. En de *Questiones Naturales* se pregunta:

"¿Por qué las plantas brotan de la tierra?. ¿Cuál es la causa y cómo puede ser explicado? Cuando el principio de la tierra es suave y quieta, ¿qué es lo que es movido, crece, sale y seca ramas? Si se pone polvo seco en una maceta, al cabo de un tiempo se ve brotar plantas; a qué otra cosa se puede atribuir esto sino a efectos maravillosos de la voluntad divina.

Desde las concepciones de la escuela jónica, se sostenía que *"el cambio en un mundo donde las cosas retienen su identidad"* era imposible e ininteligible. Muchas interpretaciones a posteriori (Anaxágoras, Empédocles, Pitagóricos y Atomistas) intentaron justificar combinaciones de átomos y de sustancias para dar origen a los cuatro elementos: *aire, agua, tierra y fuego*. Ello fue resuelto parcialmente -bajo la influencia de Platón-, explicando que el *"ser"* o *"sustancia"* de las cosas físicas, pasaba de ser algo material a una esencia intangible o forma. El cambio era un proceso por el que la apariencia sensible de las formas eternas se realizaba en el espacio y el tiempo (Crombie, 1959).

La magia, la alquimia y la astronomía se mantienen en sus creencias para abordar el dominio de la naturaleza, reconociendo que tanto las causas físicas como las ocultas podían ser responsables de los fenómenos del origen de la vida.

Muchos filósofos de la Naturaleza de la cristiandad occidental usaron desde las creencias en la magia el deseo de dominio de los fenómenos como objeto de su ciencia: el futuro podía ser leído con más exactitud y la Iglesia vencería al Anticristo. El valor de la ciencia residía en estar al servicio de la Iglesia de Dios. Se contemplaría el Creador ya revelado en la Teología (Bacon, 1292 en Guyenot, 1956).

Las ideas cosmológicas que surgieron se asemejaron a los supuestos neoplatónicos, siendo San Agustín (354) quien amalgama el pensamiento griego a la cultura de la cristiandad occidental.

La búsqueda de alguna base de conocimiento hizo razonable la idea del universo de carácter platónico por más de 400 años. Ante el para qué sirve el *"conocer"* y el *"hacer"* que se preguntaban los griegos, ahora los maestros cristianos respondían así: *"vale la pena conocer y hacer lo que lleva al amor de Dios"* (Crombie, 1959).

El conocimiento del origen continuó siendo de importancia secundaria, pues se debía *"encontrar ilustraciones de las verdades religiosas y morales"*: la luna era la imagen de la Iglesia que reflejaba la Luz Divina; el número once que transgredía al diez (representante de los mandamientos) era imagen del pecado (Crombie, 1993).

El interés por un mundo natural teológico empieza a modificarse paulatinamente con un cambio de perspectiva en la observación sistemática de los hechos y registro de los problemas prácticos. Beda, en el siglo VII, explica su cosmología así:

"La Tierra es una esfera estática con cinco zonas, y sólo las del hemisferio norte tienen hechos. Los siete cielos rodean la tierra: el aire, el éter, el Olimpo, el espacio Igneo, el firmamento con los cuerpos celestes, el cielo de los ángeles y el de la Trinidad" (Crombie, 1993).

La visión cristiana occidental intentó dar una explicación racional de la creación como San Agustín (Siglo V), que hizo concordar dos relatos contradictorios del Génesis en uno de ellos: *todas las cosas fueron creadas a la vez*, mientras que en el otro, *las criaturas aparecieron sucesivamente*.

La fuerte relación entre los datos de la revelación divina y la experiencia marcó el inicio de dos cosmovisiones: la de las Escrituras y la de una ciencia incipiente; buscando descubrir la realidad permanente (sustancia) a través del mundo de los sentidos.

Desde la observación elemental y del sentido común se sostenía que para engendrar un nuevo ser vivo era necesario -en muchas especies- la intervención de dos progenitores. De este modo se aceptaba *la teoría de la doble simiente* vigente desde las interpretaciones aristotélicas.

Empédocles en la Antigüedad creía que la hembra arroja "*simiente*" lo mismo que el macho, y que ambos aportan para la función creadora. Hipócrates (460 a.C.) hablaba de una mezcla bajo el calor de la matriz de la madre, un *espíritu vital* que surgía de la alternancia de un espíritu caliente y frío para "*favorecer la vida*".

Aristóteles también sostenía esa teoría, pero aseguraba que la hembra no aportaba ningún germen, sino la materia pasiva de la que se hacía el embrión. La causa eficiente era el padre, cuyo semen actuaba como el instrumento que ponía en marcha el crecimiento. El semen aportaba a la materia femenina *la forma* específica que determinaba la clase de ser que se originaba. Esa era *la causa final* a donde debía dirigirse el desarrollo. Estas interpretaciones darían lugar siglos más tarde a las tesis ovistas que sostuvieron los naturalistas (Siglo XVI).

Ya en el siglo XVII, Descartes sostiene también la tesis de la doble simiente ampliando algunas explicaciones desde las observaciones empíricas que recuerdan nuevamente un pensamiento mítico:

"El esperma de los animales, por ser muy fluido y producido ordinariamente por la conjunción de los dos sexos, parece no ser más que una mezcla confusa de los dos licores, que sirven de levadura una a otro, calentándose de modo que alguna de sus partículas, al adquirir la misma agitación que el fuego, se dilatan y comprimen a las otras, y por este medio se disponen poco a poco del modo que es necesario para formar los miembros" (Descartes, 1680 en Guyenot, 1956).

La concepción de la *preformación del mundo y del origen de la vida*, formó parte también de todas las explicaciones que se sucedieron por siglos, donde la mayoría de los hechos ocurrían porque *"debía ser"*, bajo ciertas fuerzas de la naturaleza o divinas, que conllevan dentro del orden natural de la alteración en función de un fin último.

Aristóteles sostuvo su teoría de que *"el embrión era un adulto en miniatura"* cuyas partes ya estaban contenidas en las de su padre y antecesores, y por lo tanto, luego aparecen en el esperma producido por el mismo padre. Y así hasta el infinito.

Hipócrates defendió también esta teoría combinada con la *pangénesis*; afirmando que el esperma se derivaba de todas las partes del cuerpo del padre, y por tanto daba origen a las partes de sus hijos.

Esta visión preformista que consideraba al ser vivo preconstituído en *"alguna parte"*, no podía conducir más que a una representación totalmente falsa del mecanismo del origen, debiendo pasar casi veinte siglos para refutar esa concepción.

Las teoría de la aportación biparental cedió paso a una controversia planteada entre dos tesis: *ovista y animaculista*.

Para la tesis ovista el nuevo ser estaba preformado antes de la fecundación en el huevo materno. Senebrir (1550) lo explicaba:

"El acto que le da nacimiento al ser, lo ha sacado del estado de sopor en que vivía, para darle una vida más activa" (Senebrir (1550), citado en Guyenot, 1956, pág. 326).

El *"germen"* estaba en el huevo, era como un *"ser encogido en sí mismo"* con necesidades de crecer. Para ello intervendría el esperma masculino, cuyos jugos estarían destinados a abrir las mallas del germen e iniciar el desarrollo.

"Los fetos están en la hembra por lo menos un año antes de que sean aptos para la generación" (Spallanzani (1660) en Guyenot, 1956, pág. 327).

"En el huevo de la mujer están contenidos no solo los pequeños hijos que ella tuvo o pudo tener, sino también toda la raza humana, con su posteridad completa hasta la extensión de la especie" (Bufón (1700), en Guyenot, 1956, pág. 330).

Recién después del descubrimiento de los espermatozoides, los animaculistas se inclinaron a pensar que el feto estaba preformado en el *animáculo* o *espermatozoo*; aunque otros sostenían la tesis del *"encaje de los gérmenes"*, según la cual era el primer hombre en el que estaba contenida toda la humanidad.

Este germen encontraba en la matriz de la mujer el lugar ideal para crecer. El nuevo cuestionamiento que derivó en interpretaciones *"hasta fantásticas"*, devenía ahora de un interrogante crucial: si el germen está preformado en el animáculo masculino, por qué el nuevo ser se puede parecer a la madre? Las respuestas fueron múltiples y variadas, y oscilaban desde *"que era el alimento de la madre o lo que se sacaba del huevo"* lo que daba el *"parecido"* al nuevo ser.

Además existían fuerza positivas o negativas sobre la madre para delimitar el desarrollo del nuevo ser: se *"premiaba la belleza"*, lo que *"es bueno en vida"*; o lo que *"es feo"*, o lo que es *"malo"*, condicionando el hacer del hombre, a las causas del origen del nuevo ser.

Bufón (1700) trata de explicar el origen de la heterogeneidad que caracteriza la ontogenia imaginando una constitución heterogénea de los gérmenes, gracias a las famosas *"moléculas orgánicas"*. Éstas, dotadas de un *"áurea de vida"*, eran específicas, ya que cada una recibía la impresión o sello de un órgano particular. Se confunden nuevamente la interpretación de los datos con las ideas míticas o divinas del origen.

En la teoría del encajonamiento de los gérmenes, el origen de los seres estaba en los *"lomos"* (órganos reproductores) de Adán y Eva, ya que contenían de ante mano a toda la posteridad. La materia de origen se rinde así a la soberbia del "Altísimo" como lo explicaba el Padre Malebranche (1700):

"No parece irracional pensar que hay "infinitos" árboles en un solo germen, puesto que no contiene solamente el árbol del cual él es la semilla, sino también un número muy grande de semillas, las cuales pueden encerrar en sí mismas, nuevos

árboles y nuevas semillas de árboles, que tal vez conservan en su pequeñez incomprensible, otros árboles y otras semillas tan fecundas como las primeras, y así sucesivamente"
(Guyenot, 1956)

La preformación resolvía una vez más todas estas dificultades, ignorando los datos que aportaban las evidencias embriológicas, e intentando abrir un camino a una interpretación epigenética del origen.

- La cosmología mecanicista.

La lucha entre la filosofía aristotélica preformista y la tesis epigenetistas duraron varios siglos, hasta que los aportes de una teoría celular permitieron estructurar un nuevo modelo explicativo en torno al origen.

A partir del siglo XVI y hasta el siglo XVIII la filosofía mecanicista pasa a ser el estilo de explicación universal de los fenómenos, aplicables tanto a los organismos, al cosmos, a la materia inerte, a las partículas microscópicas, y a los cuerpos celestes, dándole a las sucesivas generaciones de filósofos de la naturaleza un modelo de análisis cuyas propiedades podían explotar.

La división de la realidad creada se podía conocer ahora desde el pensamiento más objetivo y la concepción de un método científico que reducía los problemas complejos a problemas específicos, para darles solución cuantitativa, reconstituyendo luego teórica y deductivamente la situación compleja desde los elementos simples analizados.

Esta visión mecanicista (funcionamiento mecánico y coordinado de los fenómenos), forma parte de un giro importante en el pensamiento de una época, en donde la revolución del pensamiento medieval ya no busca verdades en función de tradiciones, mitos o teología, sino en función de sistematizar observaciones y estructurar conocimientos que parten de necesidades concretas, socioeconómicas y políticas, fruto de la cultura vigente.

De aquí la necesidad de revalorizar un método experimental que les permitiera conocer leyes, diseñar modelos, observar y registrar metódicamente, e ir superando especulaciones abstractas y cubiertas de mitos (Ducassé, 1985).

Simultáneamente esta postura tuvo su reacción por parte de otros naturalistas que volvieron a asumir la idea de "*alma espiritual*" que debería ser la que coordinase la finalidad del origen de los seres.

Si bien los avances realizados en el estudio de los organismos y sus funciones (aportes de la química) permitió aumentar la información sobre los mecanismos de reproducción, la seducción sustancialista vuelve aparecer cuando la explicación se torna un obstáculo: es "*el alma*" la que decide; la "*fuerza vital del germen*"; el "*espíritu vitae*", etc.

No es fácil renegar de la fuerza atrayente de esa explicación, jerarquizándola racionalmente, aún en contra de los mismos datos objetivos que aporta la experiencia.

En todas estas explicaciones un empirismo detallado de cualidades muestra la dificultad de precisar la idea central que justifica el origen de los seres vivos, dando múltiples adjetivos que identifican el objeto.

La inducción sustancialista es muy fuerte en las explicaciones sobre el origen, volviendo a aparecer en distintos momentos de elaboración de teorías, cuando la limitante del objeto de estudio se confunde con el "*sentir*" y se torna dependiente de lo que la experiencia puede ofrecer como contrargumento.

Con la aparición de instrumentos de precisión - como el microscopio - lo que se revela para el observador, es nuevamente de una "*vida oscura*", un objeto nuevo de "*vida*". Vuelve a establecerse un obstáculo animista.

Así lo explica el abate Pontevec:

"Antes de la invención del microscopio se juzgaba a la materia solo a través de relaciones muy vagas, muy groseras, como su extensión, su divisibilidad. Mas después de él, se ha descubierto nuevas relaciones, variando, repitiendo y modificando las observaciones, se ha analizado la materia hasta el infinito. El movimiento de esas partículas contiene la vida, y si se detiene solo cuando se las ve agitarse adquieren su vivacidad. Esta tendencia asemeja mucho al deseo de "querer vivir" (Pontevec (siglo XV), en Bachelard, 1948, pág 195)

La prolongación de las fantasías animistas de otros antecesores en el pensamiento científico, a partir de las nuevas imágenes que ofrece el microscopio, muestra el deseo íntimo de mantener la idea de continuidad de la vida: un movimiento, una fuerza, una actividad es signo de vida.

Pasar a una objetividad discursiva y experimental mas alejada de la intuición obligó a los científicos a ubicar sus precisiones a partir de métodos de medición que superaran los simples juicios de valor.

Llevó muchos siglos pasar la barrera de un pensamiento realista en donde se agota la descripción del objeto biológico con características y mediciones basadas en intuiciones sustantificadas (Bachelard, 1948).

El análisis de lo "*infinitamente pequeño*" que no tenía medida reconocida fue preocupación de diversos campos (Geología, Química y Física). De aquí surgen nuevas fantasías explicativas de las observaciones realizadas en el mundo microscópico, ya que "*esos nuevos seres*" estaban muy alejados del orden de magnitud conocido.

Bachelard lo expresa de la siguiente manera:

"Esas resistencias a superar el nivel biológico en el que insertamos el conocimiento de nuestra vida, los intentos de transportar lo humano a las formas elementales de vida, ha sido completamente reducido. Quizás el recuerdo de este éxito de la objetividad biológica nos ayude a triunfar sobre la resistencia que soporta la objetividad atómica" (Bachelard, 1948, pp 198).

Los fenómenos biológicos exigían principios activos y teleológicos, debiendo ofrecer explicaciones sobre movimientos y partículas, así como funciones específicas.

Surgen doctrinas que vuelven a atribuir la acción causal a Dios: nexos causales entre sucesos se devienen de una voluntad divina. Solo analizando el contexto amplio de las creencias (teológicas, míticas, mágicas) de cada época, cobra significado la confrontación de los "*modos de analizar los fenómenos*".

Los vaivenes de las formulaciones teóricas - innovadoras o regresivas - sobre el origen estaban y están organizadas según un esquema de conceptos que han oscilado dentro de "*concepciones no empíricas*" y de "*creencias reguladoras*" que dieron construcción y forma a teorías de mayor poder predictivo y explicativo.

-La Cosmología evolutiva.

Todas las concepciones que se desarrollaron en los siglos XVIII, XIX y XX tomaron sus bases de las doctrinas del mecanicismo, el materialismo o el idealismo, moviéndose indefinidamente entre la importancia de avanzar y ajustar la

organización de las teorías, y el poder que daba el hecho de manejar y poseer esos conocimientos.

Es importante remarcar, además, que durante esos siglos surge todo un movimiento que responde a confluencias sociales y políticas: una concepción de "*cambio o transformación*" se gestó desde la geología, la economía política y la astronomía.

Esa discusión de fuerte carácter ideológico y teológico afectaba la idea central de la creación del mundo. Con Lamarck y Cuvier se constituye la Biología como campo de estudio independiente, y su objeto de estudio -"*la vida*"- no queda reducido a las divisiones de los reinos conocidos (vegetal, animal y humano), sino que se adentra en las razones evolutivas de la composición misma de lo orgánico.

Ese pensamiento predominantemente fijista, centrado en los organismos, se va reelaborando hacia una concepción evolutiva, que se traslada a todos los niveles de análisis del mundo biológico.

Los resultados de las investigaciones de Darwin (1839, 1832, 1859) dieron lugar a su libro "*El Origen de las Especies*", donde confluyen corrientes de pensamiento evolutivo de orden cosmológico, anatómico, geológico y filosófico que se encontraban bloqueados por esa visión fijista de las especies desde muchos siglos atrás (Young, 1971).

Los datos de la morfología y la paleontología aportan al proceso general de la evolución, abriendo un espacio de investigación nuevo: la teoría de la evolución orgánica. Esta teoría entró en conflicto con una larga creencia respecto al origen, patrimonio de muchas generaciones de antepasados, dando lugar a una polémica en relación a la investigación sobre la herencia de los caracteres adquiridos (teoría del dogma germinal de Weissman).

El camino de Bateson, De Vries y Mendel abre un nuevo capítulo acerca de las "*pequeñas variaciones sobre las que opera la selección*".

Es en el siglo XX, cuando se genera en Biología un movimiento revolucionario con la teoría de la evolución, los avances en la fisiología y la psicología, que es comparable a la conmoción producida por la revolución copernicana sobre los fuertes cimientos de creencias de los hombres en su posición en el mundo.

El almacén teológico pasó a ser estudio de antropólogos, que desde la evolución de religiones primitivas descubrieron la coexistencia de mitos y ritos en muy diversas culturas, manteniendo aún su almacén teológico para lograr la fertilidad, la salud, la prosperidad, la eternidad, etc.

Se yuxtaponen aún en este siglo XX, dos visiones sobre el origen, que oscilan entre lo teológico y mítico, y lo científico-racional.

La perspectiva que abrió el estudio del mundo microscópico desde la aparición de la tecnología electrónica llevó a que se reavivara con mucha fuerza la creencia en la "*generación espontánea de seres simples*". Con sustancias en descomposición y calor, las minúsculas "*bestias vivas*" aparecían bajo la lupa y el microscopio.

Luis Pasteur en 1864 refutó experimentalmente la teoría de que los microorganismos surgían por el aire contaminado. "*La vida es un germen y un germen es vida*", decía Pasteur, otorgándole un golpe mortal a la idea de "*generación espontánea*", y abriendo así el camino a la identificación, clasificación y fisiología del mundo microscópico, bacterias, rickettsias, hongos, virus.

La predicción de Pasteur rechazando la teoría de la generación espontánea fue cuestionada sesenta años más tarde por Oparin y Haldane (1920), quienes de modo independiente propusieron la idea de generación espontánea de *forma nueva y única*. Sostenían que esa generación espontánea necesitaba de aproximadamente mil millones de años para que la materia inerte se organizara en unidades que podían llamarse vivientes. Este proceso podría haber ocurrido solo muy temprano en la historia de la Tierra, cuando las condiciones físicas eran bastante diferentes de las que existen hoy día (Enger y col. 1994).

Desde una perspectiva evolutiva, Oparin plantea la *evolución química* desde la paleontología y la biología celular, intentando relacionar desde los gases de la atmósfera hasta la estructura celular de los tejidos de los seres vivos.

Para entender estas hipótesis es necesario comprender cómo se cree que se formaron nuestro sistema solar y la Tierra a través de la teoría del Big-Bang. Hace 20.000 millones de años existía una nebulosa solar que dio origen, hace 4.500 millones de años, al sol y los planetas. De acuerdo con la teoría de la *evolución química* ocurrió luego la conversión de los compuestos inorgánicos de la atmósfera en compuestos orgánicos que se acumularon en los océanos.

La concentración de compuestos generó los primeros organismos procariontes (hace 3.500 millones de años). La riqueza de esos compuestos orgánicos que permitía la heterotrofia fue disminuyendo, lo que llevó a la evolución de las células autótrofas. La atmósfera se enriqueció de oxígeno apareciendo las primeras células eucariontes hace 1.500 millones de años, y más tarde -800 millones de años- los organismos multicelulares.

En 1950, Stanley Miller verifica experimentalmente esa hipótesis aumentando las evidencias en favor de las reacciones químicas productoras de moléculas orgánicas, aminoácidos y nucleótidos que forman las cadenas de ADN y ARN (material genético). En épocas más recientes, Fox (1970) logra producir, a partir de reacciones químicas con aminoácidos, estructuras proteicas limitadas por membranas

(microsféricas) que pueden llevar a cabo reacciones químicas análogas a las que realizan las células vivas.

En 1953, cuando nace la Biología Molecular, se habla de un cambio fundamental en el objetivo de estudio del ser vivo desde el nivel celular, y de una nueva forma de concebir los componentes funcionales de los procesos bioquímicos.

Enfrentar el problema desde una visión estructuralista o informacionista es el nuevo desafío del campo molecular, que plantea el *cómo se origina la vida no solo natural sino artificialmente*.

Actualmente, la Biología se estudia a través de la evolución. Se discute la célula como la unidad viviente que fue construida a partir de moléculas y como ladrillo constructivo de estructuras mayores. Al comenzar con los orígenes de la primera célula en la Tierra se puede considerar cómo las propiedades de ciertos tipos de macromoléculas permitieron que la información hereditaria se transmitiera y expresara, dando lugar a la evolución.

Encerradas por una membrana, estas moléculas (aparentemente de ácido ribonucleico) proveyeron la esencia de la célula auto-replicante. Así se puede seguir las transiciones que ocurrieron, desde las células más pequeñas, semejantes a bacterias, hasta las más complejas que forman parte de los animales y vegetales actuales. Se especula asimismo sobre las vías por las que simples células de vida libre han dado origen a los organismos multicelulares, haciéndose especializadas y cooperativas en la formación de órganos tan complicados como el cerebro.

La evolución por selección natural involucra dos procesos esenciales: la aparición de variaciones al azar en la información genética y la selección de información genética que permite a sus poseedores sobrevivir y dar descendencia. (Alberts y col., 1994).

Las "unidades básicas de la vida" fueron cambiando a través del tiempo como resultado de la mutación y en respuesta al medio ambiente cambiante, que condiciona su adaptación constante. A pesar de los volúmenes de especulaciones e información recopilada, la pregunta de cómo comenzó la vida sigue sin completarse, siendo este paradigma conceptual el marco donde se continúan desarrollando líneas de investigación.

La búsqueda de respuestas en torno al origen ha incursionado por la biología molecular, la caracterización de tipos celulares (pro y eucariotas; autótrofos y heterótrofos), y por los procesos metabólicos de división y duplicación del material genético molecular.

Indudablemente, existen "*peligros*" al estudiar la célula a través de su evolución, ya que hay enormes brechas en nuestro conocimiento que sólo pueden llenarse con nuevas especulaciones y planteos hipotéticos. No podemos volver atrás

en el tiempo para "espiar" los eventos moleculares únicos que tuvieron lugar hace miles de millones de años. Pero los rastros que dejaron nos permiten continuar el análisis y los estudios a través de fósiles de plantas, animales y bacterias, así como en las evidencias que poseen los caracteres de organismos modernos que vivieron en el pasado.

Las moléculas biológicas de nuestros días, en particular, son una rica información acerca del curso de la evolución, revelando similitudes fundamentales entre la diversidad de organismos vivos, permitiendo mapear las diferencias entre ellos, a una escala universal objetiva. Las similitudes y diferencias permiten, aún a partir de evidencia incompleta, realizar inteligentes predicciones acerca de los principales estudios de la evolución de la célula (Alberts y col., 1994).

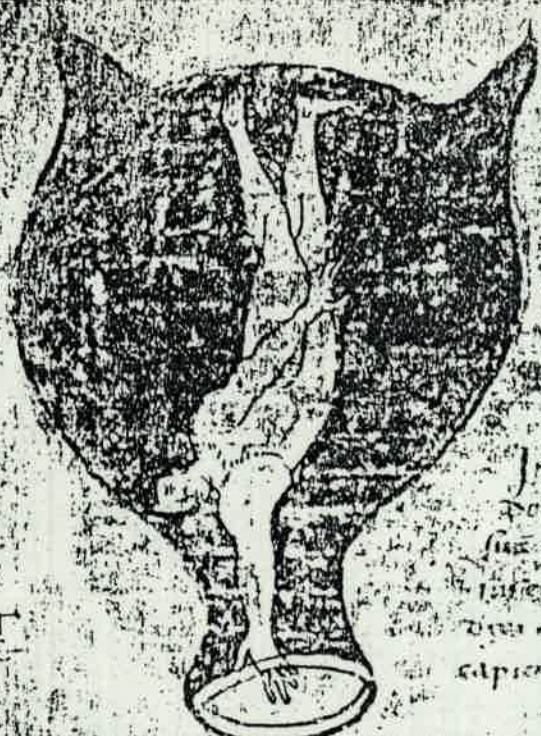
Estos niveles de formulación del problema sobre el origen continúan vigentes, desarrollándose en torno a ellos líneas de investigación biológico-molecular y biotecnológico que caracterizan los modelos conceptuales de este fin de siglo.



El desarrollo del feto se representa de derecha a izquierda y corresponde a la secuencia de las estaciones. La medicina japonesa de la Edad Moderna está caracterizada, por un lado, por la medicina tradicional china y, por otro, se orienta tempranamente hacia los avances de la medicina europea. Hacia finales del siglo XIX la medicina japonesa sigue los pasos de la medicina institucional alemana, que copia y adopta (xilografía japonesa, segunda mitad del siglo XIX).



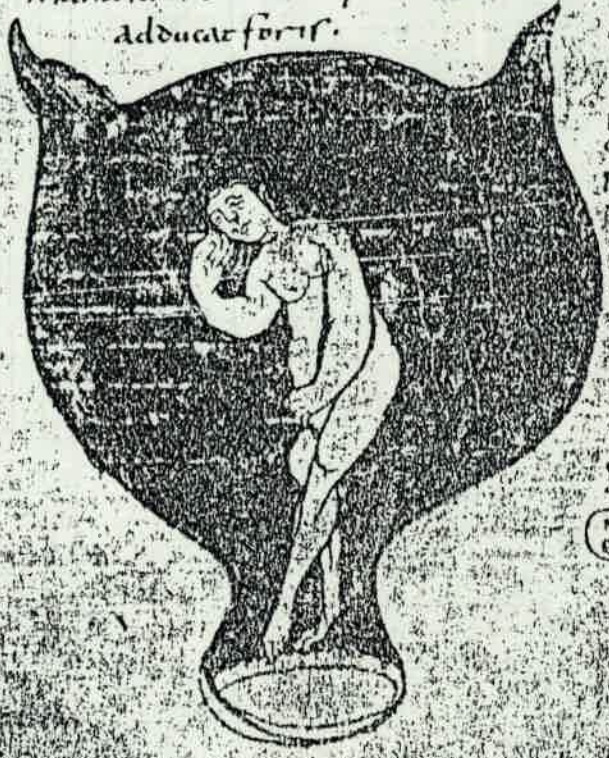
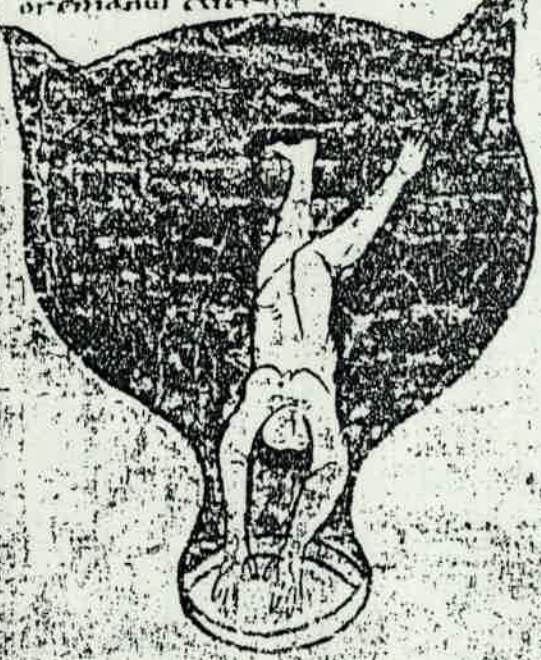
Cuniculari or The wise men of Godliman in consultation; Maria Toft sufre un mareo durante el parto (grabado debido a Willia Hogarth; 1726). La teoría de los «sustos» de la mujer embarazada todavía provoca fascinación durante el s. XVIII.



CLU
 S IAMBAS
 MANUS ET TORIS
 Invenitur quid facere
 debet duob; homeris et manu
 sua quærit, infigit et
 infertur et sic et sic uti per
 dicitur manib; tanpositis ad p[er]sona
 cap[itu]m paulatim et leu[er]e et foris adducit. p[er] p[er]one[m] etc.

elui et sic uti uisum
 caput habeat et ambus manus foris
 erant et oportet obsecrari missa
 manu sua, caput infantia ad orificiu[m] con
 tingat et comp[er]iensis manib; infantis
 laterib; et componat et sic conat uideat
 N[on] si p[er] uideat caput orificiu[m] uulue
 H[ab]et uideat inde eiciendus. e[st] p[er] qua[m] pri
 or emanus egerit.

CLU S IAMBAS, descen d[omi]s
 In aliqua parte uulue et h[ic] co[m]p[er]it
 et h[ic] co[m]p[er]it, inelmauerit quid facere et h[ic] co[m]p[er]it
 sicuti et foris dicit obsecrari missa
 manu suam eum componat et sic adducit
 adducat foris.

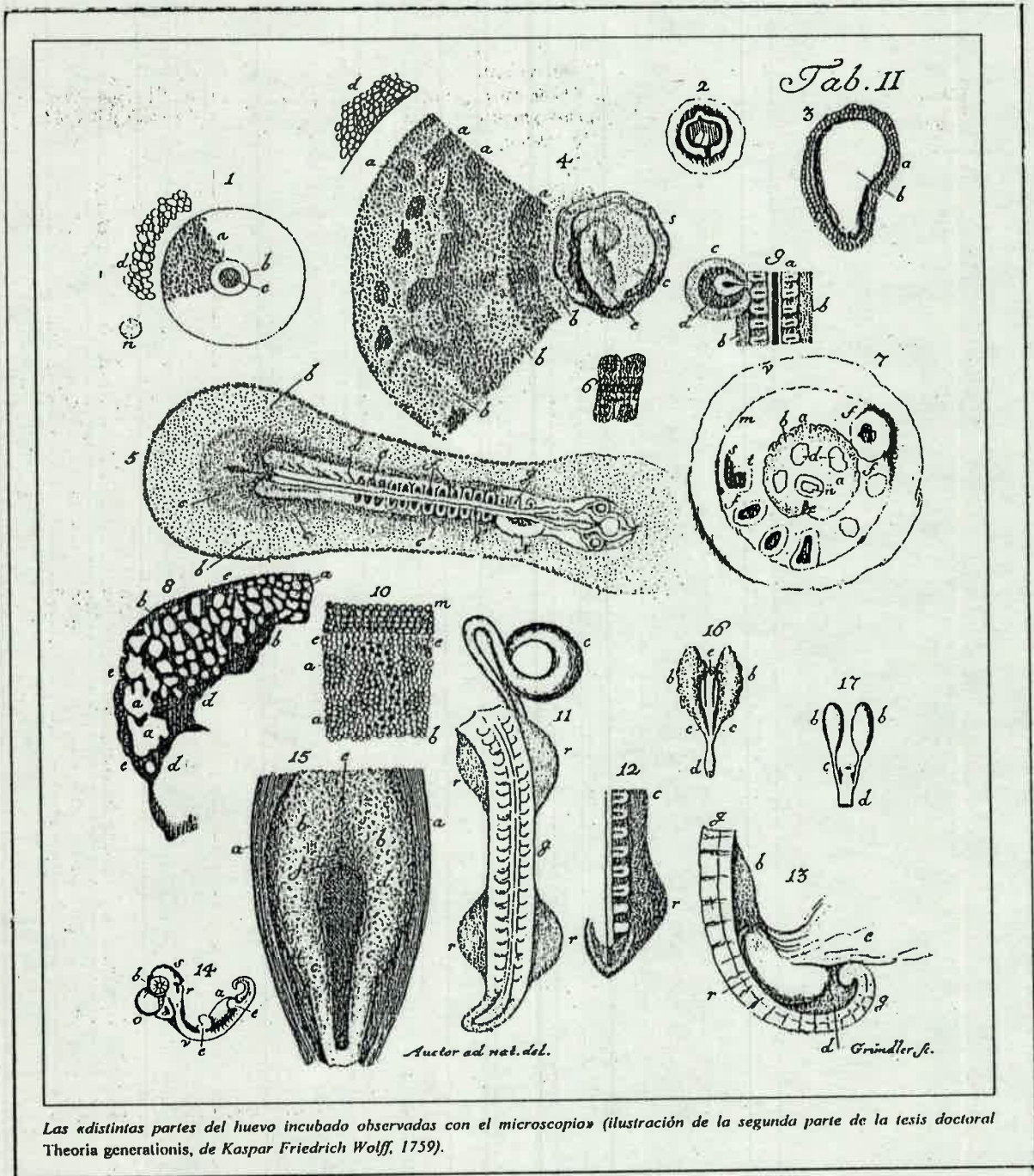


et loco p[er] A. H. S. 1. 1. 1.

T O P I C O
 H O S
 H O S

Reproducción esquemática de las posiciones del niño en el útero. Ilustraciones de un texto de Bruselas (s. IX), que se basa en una versión resumida de la ginecología de Sorano traducida por Moschion. Se trata de cuadros didácticos para la formación de médicos que,

sin embargo, no son exactos en sus descripciones anatómicas. La forma del útero, aquí con dos cuernos, varía en las distintas copias del manuscrito; según el estado de evolución de la anatomía, adopta la forma de ventosa.



CAPITULO III

Teorías y Concepciones en niños, adolescentes y adultos: la noción de origen de los seres vivos.

- Análisis de fuentes educativas

A. Investigación psicogenética

B. Experiencia didáctica

C. Caracterización de las concepciones cotidianas en la noción de origen

“El niño se considera a menudo como un pequeño científico que explora el mundo y descubre los principios de su actividad. A menudo olvidamos que, mientras el científico está trabajando en el límite del conocimiento humano y descubre algo que nadie más conoce, el niño descubre exactamente lo que todo el mundo sabe” (Ragoff, 1990).

Teorías y Concepciones en niños, adolescentes y adultos: la noción de origen de los seres vivos.

Las teorías intuitivas y concepciones espontáneas en niños y adolescentes.

" Yo sé que estaba en la panza de mi mamá, no sé cómo se puso el bebé ahí, debe ser el doctor que cuida a mi mamá. No sé como me hiciste, yo no sentí nada; creo que le ponen la piel, los ojitos, las manitas, los deditos, la carita, los pelitos...Alguien las va armando" (María Soledad 6 años.).

"Los bebés se hacen porque la mamá come, esa carne se va en el cuerpo del bebé y después se junta toda la carne y se hace el bebé. Los bebés vienen cuando la mamá tiene dolores en la panza y la opera el doctor" (Aylene Vargas 7 años).

Estas breves explicaciones justificando y argumentando los por qué y cómo surge un ser vivo muestran las concepciones, que a modo de ideas coordinadas, dan cuenta de cómo los niños pueden explicar hechos y fenómenos de la realidad .

En los últimos años los estudios sobre el universo mental de los individuos, organizado en una serie de representaciones y explicaciones sobre la realidad, coherentes en su estructura y lógica interna, han permitido el desarrollo de líneas de investigación que tratan de comprender cómo se organizan esas explicaciones y cómo se construyen nuevos conocimientos a partir de esas teorías iniciales. Estas **concepciones** operarían a modo de elemento movilizador en la construcción del saber.

Las hipótesis que subyacen en este análisis es que no se aprende por una simple aplicación de estructuras cognitivas a los datos de la realidad . El modo de aproximación a un objeto depende de la estructura de pensamiento, de los procedimientos que le permiten abordarlo y de las creencias o teorías que dirigen esa acción.

Utilizamos un lenguaje simbólico para codificar las regularidades que se identifican, siendo característica del ser humano la construcción de nuevos significados y de conocimientos utilizando sistemas simbólicos. *La posición constructivista intenta integrar la psicología del aprendizaje humano y la epistemología de la producción del conocimiento.* De este modo, tanto la psicología como la epistemología centran su desarrollo y justificación en los

procesos de producción de significados durante la adquisición de conceptos y de los modos de validarlos.

La llamada "revolución cognitiva en psicología" (Pozo, 1987), a partir de la década del cincuenta, introduce un cambio en las formulaciones teóricas sobre el aprendizaje con el abandono de los supuestos empiristas que sustentaban las teorías conductuales, siendo reemplazado por un movimiento cognitivo que considera el aprendizaje como un proceso de reestructuración de teorías y supuestos.

Para el enfoque constructivista, *el conocimiento cotidiano* (Toulmin, 1973), *los constructos personales* (Kelly, 1955) y *los esquemas alternativos* (Driver y col. 1978), están fuertemente estructurados con significados personales, intencionales, interactivos y experienciales que permiten comprender y comunicarse con la realidad.

Las dimensiones conceptuales para definir *concepción* son muy variadas y responden a las distintas escuelas que lo utilizan (Gunstone, 1989; Jiménez y Solano, 1994). Se suele traducir la idea de concepción a la de *representación*, que también tiene distintas connotaciones, según lo definan estudios psicológicos experimentales, genéticos, de etnología, lingüística, pedagogía o didáctica. Existen más de veintiocho calificativos que se circunscriben generalmente en: "representaciones previas remanentes", "ideas previas", "algo que el individuo posee", "paradigmas personales de los alumnos", "teorías explicativas", "sistemas explicativos" (Giordán y De Vecchi, 1988; Bednarz y Garnier, 1988; Clement, 1991).

Una concepción o modelo explicativo no constituye un producto teórico elaborado, sino que simboliza el proceso de una actividad de construcción mental acerca de lo real. Esta elaboración se realiza a partir de las informaciones que el niño, adolescente y adulto reciben constantemente, y que cada uno codifica para darle un significado lógico dentro de su estructura cognitiva. Esos modelos explicativos permiten construir hipótesis teóricas acerca de los conocimientos que poseen los sujetos sobre una determinada fenomenología.

Diversos investigadores encuentran coincidencias al sostener que las explicaciones tienen cierto grado de *estabilidad* (Viennot, 1979), *regularidad* -aún en contextos diferentes- (Kelly, 1978) y que son además *repetibles* y *generalizables* (Caramazza et al. 1981)

Toda la información organizada y categorizada dentro de un sistema cognitivo global y coherente es confrontada con las concepciones ya construidas, que de algún modo, filtran, seleccionan y reelaboran las nuevas ideas, integrando, completando o transformando con ellas las teorías iniciales. Cobran un importante

papel las relaciones que se establecen con experiencias, vivencias y constructos teóricos con los que se interactúa a lo largo de su historia (Kelly, 1955)

De este modo, se genera una nueva concepción que supera la anterior, o bien se lo rechaza por constituir un contrasentido, un obstáculo epistémico dentro del propio marco teórico.

Esta actividad de construcción de significados de lo real interactúa permanentemente entre lo psicológico y lo social, en función de los problemas que aparecen como conflicto en la misma estructura cognitiva, estableciendo un tipo de explicación que no es completa ni válida en su argumentación, pero que permite organizar un aspecto del mundo para comprenderlo, actuar sobre él, adaptarse o evadirse de darle un significado.

Las concepciones no son simples imágenes o representaciones mentales, sino más bien indicios de un modelo en donde se ponen en juego distintos tipos de conocimientos y operaciones, en respuesta a una situación problemática. Dicho modelo, se va elaborando por la interacción de cuatro variables: *el marco de referencia, las constantes operatorias, la red semántica y los significantes* (Giordán y De Vecchi, 1994).

El *marco de referencia* constituye el conjunto de conocimientos, supuestos, valores, que proporciona el contexto donde el sujeto se formula preguntas, cuestiona sus afirmaciones, se complace con sus ideas y reconoce sus anomalías. Es coherente con las formulaciones de Porlan (1992) en torno a las epistemologías personales, con las que el sujeto decide, opera y actúa sobre la realidad.

Las *constantes operatorias* son las operaciones intelectuales que le permiten al sujeto relacionar los elementos de los conocimientos construidos, que luego explicita cuando fundamenta sus concepciones.

La *red semántica* constituye el tipo de trama conceptual que el sujeto elabora con criterios y relaciones coherentes (lógica interna), que le permiten significar su propia epistemología personal. Esta red semántica se apoya en diversas *modalidades de significación*, que pueden estar compuestas de signos, símbolos, esquemas, verbalizaciones, dibujos, gestos, que permiten integrar niveles de formulación teórica y gráfica en la explicitación de sus argumentos.

Las concepciones personales están revestidas de cierta globalidad en su significado, en donde se mezclan tanto aspectos que provienen de las vivencias cotidianas, creencias, transmisión familiar y educativa, de interpretaciones tanto personales y colectivas, como inducidas del objeto a conocer, y de valores y actitudes en el modo de significarlo. A pesar de la disparidad de enfoques y alternativas de combinación de esquemas, contenidos y procedimientos que surgen en esos modelos explicativos, ellos no constituyen una organización anárquica o

aleatoria. Forman *un todo* con una estructura duradera que posee lógica y coherencia interna, y que es resistente a las transformaciones o modificaciones .

No siempre se tiene conciencia de las propias concepciones, pues es muy natural que lo que se comprende o conoce se presente como una realidad familiar sin demasiados cuestionamientos; *se hace necesario que dichas concepciones se tornen reflexivas, para intentar un proceso de toma de conciencia*. De este modo ante una situación que requiere una interpretación personal, las concepciones que se sustentan se tornan observables en el mismo *proceso de justificación conceptual*, analizando el por qué de los datos que se usan, el tipo de relaciones que se establecen y la lógica argumentativa que acompañan las explicaciones.

Las concepciones tienen un carácter **dinámico y operativo**, puesto que forman parte de una estrategia cognitiva que la persona (niño, adolescente o adulto) pone en marcha para seleccionar información pertinente y estructurar lo real. Hacen referencia a todo lo que se moviliza para explicar, comprender, justificar, prever o actuar, incluyendo sus supuestos ideológicos, fantasías, valores y obstáculos epistémicos.

Según Bachelard (1948) *"las representaciones tienen un estatus significativo por los errores que evidencian y que surgen en un modelo explicativo por la misma acción de conocer"*. El error constituye así un punto de partida de la misma construcción de conocimiento, pues choca con ese saber preexistente configurado en su propia lógica, y que determina un obstáculo para acceder a nuevos conocimientos que contradicen la estructura que ya se posee.

Desde algunas investigaciones psicogénéticas, y experiencias didácticas en el presente estudio se caracterizan los modelos que orientan las explicaciones sobre el origen del ser humano, en distintas edades y situaciones experimentales.

- Análisis de fuentes educativas.

A. Investigación psicogenética.

-Concepciones teológicas.

En las explicaciones otorgadas al origen del bebé, son las ideas creacionistas, mezcla de magia y divinidad las que constituyen un paradigma de significación muy fuerte en edades tempranas.

Los niños y adolescentes que se encuadran en esta dimensión explicativa consideran que el bebé procede de Dios, de una fuerza divina que es capaz de engendrar en el vientre materno una nueva vida. El poder de Dios es omnipotente, orienta la evolución del ser vivo y se sitúa por encima de la posibilidad reproductora y sexual del hombre.

En algunos casos el poder de Dios es delegado al "doctor", que decide, organiza y delimita *cuándo aparece un bebé, cómo evoluciona y cuándo debe nacer*. La función del padre y de la madre no es de procreación, y la madre es un receptáculo que contiene en su vientre el bebé o la "semilla" que Dios ha depositado o ha decidido darle a la madre. El rol del padre se reduce a funciones estrictamente sociales, de cuidado a la madre, de proveer alimentos y de trabajo.

La explicación del origen del ser vivo tiene un fuerte componente "emotivo" y "afectivo" al establecer causa-efecto mezclando aspectos de la realidad y la fantasía. Su pensamiento concreto sustancializa cualidades del proceso de gestación del bebé a modo de "fuerza" que da vida al bebé, desde Dios o bien como "fuerza vital" interior a la mamá.

"Los bebés entran a la panza de la mamá porque Jesús los pone por un milagro que cuando los termina de hacer los va colocando" (Lourdes, 7 años).

"Los bebés vienen del cielo, los manda Dios a la panza de la madre porque Él es Grande y Bueno. Los padres deben pedirselo a Dios, piensan si los quieren o no y como Dios los escucha, se los manda. ¿Cómo lo hace?. Fabrica la sangre y los huesos y se los pone con magia así: quiero que estas partes le lleguen a la panza de la mamá, se hacen invisible y se meten en la panza cuando la mamá está dormida. ¿Y el papá?. Dios se los da a los dos, mamá y papá, si no se casan él no les da un hijo, sino el bebé sufre sin un papá" (Manuel (5 años); Andrés (6 años); Melisa, (9 años).

"Los traen las cigüeñas". "Aparecen por el amor de los padres" (Lucas, 7 años).

CONCEPCIONES DE NIÑOS Y ADOLESCENTES

TEOLOGICO



Maria Lourdes (7a 2m.)

"Los bebés vienen de la panza de la mamá... Jesús los pone en una mamá... Por un milagro... Cuando Jesús los termina tiene que bajar del cielo a ponerlo en la panza de la mamá."



- Concepciones de generación espontánea.

Los modelos explicativos que se ubican en esta categoría están sostenidos por una idea de espontaneidad a partir de "la nada". El ser vivo proviene de una materia que aparece de modo imprevisible sin mediar la intervención de progenitores o de Dios.

Estas explicaciones están impregnadas de un pensamiento mágico y mítico, muy primitivo, argumentando la fuerza interior que da movimiento y actividad a la materia. El dominio de la Naturaleza no se distingue del dominio humano ya que éste forma parte de la misma Naturaleza, sale de ella, manifestándolo como voluntad dependiente de él (Irwin y Frankfort, 1954).

La variante vitalista (San Agustín) que retoma la idea de generación espontánea, señala, además, la necesidad de una fuerza vital que anime la materia inerte.

Las explicaciones por generación espontánea pueden coexistir simultáneamente con un tipo de argumentación teológica como parte de una organización conceptual que da coherencia y justificación a su modelo teórico sin que entre en contradicción en sí misma.

"El bebé viene en la panza de la mamá desde una bolita que se le forma. Ella no puede decidir, pero el médico le saca una radiografía y le dice: Está embarazada! (Melisa, 8 años).

"La mamá va con el papá a la iglesia y le pide a Dios que le dé un hijo. Después se forma una bolita en la panza y toda la comida que come le ayuda al bebé a crecer" (Gianfranco, 9 años).

"Los bebés vienen de los vientres de las madres"....."vienen de donde estén"... (Esteban, 9 años).

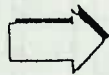
EXPLICACIONES DE LA CIENCIA

CONCEPCIONES DE NIÑOS Y ADOLESCENTES

GENERACION ESPONTANEA

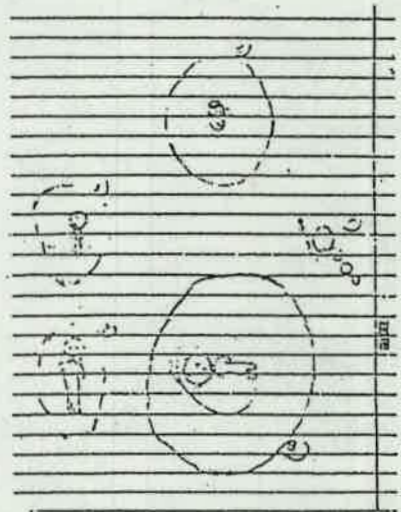


Todo lo que fermenta y se pudre, se transforma en un foco de nueva vida. La vida nace de la podredumbre. (Concepción de origen aristotélico)



Melisa (8a 10m.)

"Para tener un bebé en la panza se necesita una bolita. Le puede venir un día. La mamá no sabe, engorda y va al doctor y éste le dice. Es de pronto, la mamá no puede decir quiero tener un hijo."



- Concepción Preformista Ovista.

Las explicaciones que se organizan en esta dimensión consideran, en líneas generales, que el bebé está contenido en el cuerpo de la mujer en alguna parte delimitada del vientre, y que luego "crece" en dicho espacio materno. El papel del padre es aportar el "impulso" para que se desarrolle, ya sea como semilla o espermatozoide, o bien servir de sostén socio-afectivo de la madre o del nuevo bebé.

Este ser puede aparecer preformado en la madre, puede aparecer por muchas causas, en donde pueden manifestarse además otras concepciones: *"crece porque se alimentó bien la mamá"* (espontánea), o *"por amor de los padres o a Dios"* (teológica).

"El bebé viene a través de una semilla que está adentro de la panza de la mamá" (Martín, 8 años).

"Yo vengo de una semillita sana y sin enfermedad que viene de mi mamá" (J., 8 años).

"Los bebés nacen de la semilla que tiene la mamá en la panza" (Sofía 8 años).

"Los bebés se hacen porque la mamá come, y esa carne se va al cuerpo del bebé, después se junta toda la carne y se hace el bebé" (Aylen, 8 años).

- Concepción Preformista Animaculista

Estas concepciones le otorgan al padre un papel central en el origen de un ser vivo. El bebé estaría preformado en una materia que se denomina generalmente "semilla" que le da el padre a la madre. Luego se desarrolla el bebé en el vientre materno. De este modo se intenta justificar la relación sexual de ambos progenitores, y otorgarle al padre un papel más significativo. Es un primer nivel de explicación que, además, intenta justificar la unión de ambos sexos, y la necesidad de la reproducción sexual. El papel de la madre como receptáculo es importante para la idea de sostén y de desarrollo de las partes del nuevo ser.

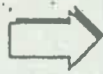
EXPLICACIONES DE LA CIENCIA

PREFORMACION

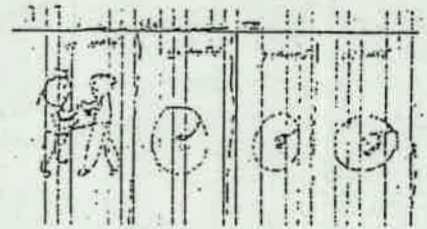
El feto está contenido en el óvulo o en el espermatozoide. El nuevo ser está preformado. No existe ontogenia.



ANIMALCULISTAS



El nuevo ser está formado en el espermatozoide del macho. Los animalculos contienen el feto, el cual es depositado en el huevo de la hembra.



CONCEPCIONES DE NIÑOS Y ADOLESCENTES

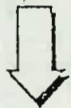
Eugenia (7a 9m.)

"El bebé viene de una semillita del papá que cuando se enamora de la mamá se la da por el pene... Se dan besos y el papá le pasa la semillita a la mamá a la cola. Con los meses la semillita crece y le salen las partes. Cada parte del bebé es un mes."

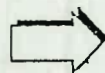
EXPLICACIONES DE LA CIENCIA

PREFORMACION

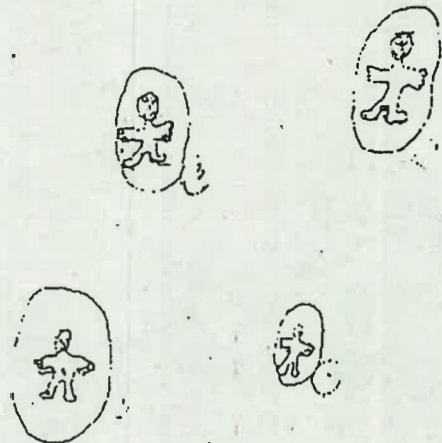
El feto está contenido en el óvulo o en el espermatozoide. El nuevo ser está preformado. No existe ontogenia.



OVISTAS



El feto está completamente formado antes de la fecundación en el huevo de la hembra cuando aquel se encuentra en los ovarios.



CONCEPCIONES DE NIÑOS Y ADOLESCENTES

Martín (8a 8m.)

"Los bebés vienen de la panza de la mamá... Por su amor... Por el amor de la mamá hacia el bebé... El papá no hace nada... ah sí le tiene paciencia y le da de comer... El bebé al principio tiene todas las partes, pero es más chiquito."

"El bebé se forma por los espermatozoides del padre que le dejó a la madre. Crecerá cuando se vaya alimentando la madre" (Francisco, 11 años).

"El padre es el que hace el hijo, porque él se lo pone en los espermatozoides en la vagina" (Virginia, 9 años).

"Los hombres tienen semillitas y se las ponen a las mujeres. El papá pone todas las semillas de una sola vez ... mi papá puso cinco semillitas y después fuimos naciendo de a uno nosotros, por eso somos cinco" (Analia, 12 años).

-Concepciones de Doble Simiente.

Los niños que organizan sus explicaciones dentro de esta concepción, sostienen la necesidad de que intervengan los dos progenitores.

El origen del bebé es a partir de una "mezcla" de elementos, o de óvulos o espermatozoides, o de partes de papá y mamá. También se justifica la transformación por adición de partes que son constitutivas de cada progenitor: se aporta para la cabeza, el corazón, las manitas, etc. Estas concepciones vuelven a hacerse presente evolutivamente en explicaciones de adolescentes y adultos, en relación a las características hereditarias.

" Los bebés nacen cuando la semilla del papá se junta con la de mamá. Es de los dos (Gonzalo 8 años).

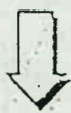
"Los bebés vienen de una semilla pequeña que es de nuestros padres" (Eliana 8 años).

"Están el papá y la mamá que hacen el bebé. El papá le da el espermatozoide y la mamá, el óvulo, al juntarse hacen el bebé...le dan un poco de cada uno para que aparezca como persona" (Andrea, 9 años).

EXPLICACIONES DE LA CIENCIA

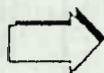
PREFORMACION

El feto está contenido en óvulo o en el espermatozoide. El nuevo ser está preformado. No existe ontogenia.



DOBLE SIMIENTE

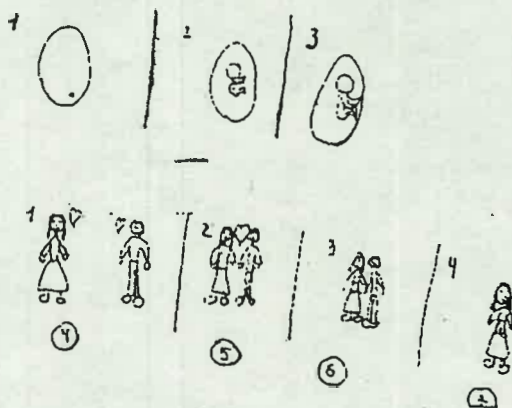
Ambos progenitores intervienen en la reproducción.



CONCEPCIONES DE NIÑOS Y ADOLESCENTES

Laura (10a 6m.)

"El bebé viene de una semillita que está adentro de la mamá, pero que le la puso el papá cuando encargaron el bebé... Se necesitan dos sexos, de ahí sale la semilla si se juntan... Primero nace la cabeza y después las otras partes."



- Concepciones de la Teoría Celular.

En este tipo de explicaciones se encuadran respuestas espontáneas de adolescentes y adultos que no son "puras" desde la organización conceptual, sino que coexisten con un nivel de explicaciones "mágicas" o "de impulsos", al no poder dar cuenta de los procesos de transformación no observables del objeto biológico (nivel microscópico).

Aparece una idea de célula como la materia primitiva en donde ocurren procesos de transformación para que surjan las partes del bebé. Su característica básica es que esa célula es otra "cosa nueva" que se forma por aportes del óvulo y del espermatozoide.

"Los hombres y las mujeres tienen "elementos" por Naturaleza y por descendencia. Los espermatozoides se unen con el óvulo y ahí se forma una célula. La célula es algo pequeño, casi invisible, que deja de serlo cuando es organismo, que es más grande. Las células se multiplican, se unen y forman un organismo" (José 14 años).

"El hombre fabrica espermatozoides, y la mujer óvulos, cuando se unen en el acto sexual, y la mujer empezó a menstruar, puede quedar embarazada" (Eugenia, 15 años).

"Cuando se juntan los espermatozoides y óvulos el embrión crece en el útero... después obtiene de a poco los órganos propios antes de nacer" (Natalia, 14 años).

"Los óvulos y espermatozoides por medio de una relación sexual forman una nueva parte que va a ser el feto y el embrión" (Maximiliano, 15 años).

En todos los modelos y concepciones identificados se sostienen, con un mayor o menor peso, ideas relativas a la preformación del ser vivo. Algunos admiten que todas las partes del organismo se encuentran **completas en el óvulo femenino o en el espermatozoide**, en **ambos** a la vez, o en "**alguna**" parte del cuerpo.

A lo largo de estas explicaciones se configuran distintos *niveles de desarrollo del bebé que oscilan entre una concepción preformista y una de tipo*

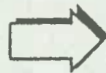
EXPLICACIONES DE LA CIENCIA

CONCEPCIONES DE NIÑOS Y ADOLESCENTES

EPIGENESIS (TEORÍA CELULAR)



Las células de un organismo derivan por divisiones sucesivas y diferenciaciones graduales de una única célula, el huevo, que procede de la unión del óvulo producido por la hembra y el espermatozoide producido por el macho.



Horacio (16a 6ra.)

"El bebé se forma a partir de las relaciones sexuales entre el hombre y la mujer. Tiene que ser justo en el momento que a la mujer le baja el óvulo, éste es fecundado por el espermatozoide, entonces puede dar origen a una nueva vida cuando se une el óvulo con el espermatozoide se empieza a formar el embrión, que va tomando forma de humano a partir del desarrollo de las células."



transformista o epigenética (Raineri y Ochoa, 1994). En el análisis de estas respuestas se observa claramente la combinación de teorías explicativas del origen y desarrollo del ser vivo: preformista-ovista, preformista-teológica, epigenética-teológica, epigenética por mezcla, preformista-transformista. Estas teorías coexisten simultáneamente en las argumentaciones, y ponen de manifiesto el paradigma de referencia donde se van construyendo las significaciones a este objeto de conocimiento.

El bebé....

- *crece en tamaño por cuantificación (más tiempo, más tamaño).*
- *crece por aumento del tamaño de la panza.*
- *crece por adición de partes internas y externas.*
- *crece por multiplicación de células.*
- *crece por desarrollo de distintas "bolitas", que contienen las partes.*
- *crece por división de una masa de "carne".*
- *crece porque Dios indicó que se multipliquen las células (nueva concepción teológica).*

B. Experiencias Didácticas

El análisis de distintas experiencias didácticas con niños, adolescentes y adultos permite identificar, en el aula, distintos tipos de concepciones (que se explicitan a lo largo de la secuencias de actividades con trabajos individuales y colectivos, esquemas y representaciones y a través de problemas y sus diferentes argumentaciones).

- Experiencia con adultos.

En cursos de formación docente, realizados con maestros de nivel primario y secundario, se propuso a modo de análisis sobre las epistemologías personales una actividad de representación sobre el origen del ser humano para analizar las teorías implícitas construidas por los sujetos en torno a esa noción y el tipo de significación que se le otorga, a partir de distintos sistemas simbólicos, el gráfico y el verbal. (Cursos desarrollados en 1995-1996. Población de 70 adultos).

Este tipo de actividad, favorece desde la propia elaboración conceptual, reflexionar sobre las características del objeto y las distintas relaciones que lo

configuran. Desde ésta perspectiva, la aproximación al contenido desde la significación de las propias teorías, favorece una búsqueda de alternativas didácticas que promueva una apuesta al cambio conceptual por comprensión (Martinant, 1986)

De la diversidad de representaciones gráficas realizadas (Ver Gráficos 1 y 2), se pueden identificar:

a) la fuerte justificación del origen del ser humano en la seducción de la pareja, la búsqueda afectiva, la necesidad de matrimonio, la felicidad.

b) la presencia de ambos progenitores. Como justificación para dar cuenta de la fecundación, aparecen concepciones ovistas, animaculistas, mezcla o azar "divino".

c) mitos culturales sobre las relaciones sexuales, la determinación del sexo del nuevo ser, y tabúes en torno a los nuevos avances sobre el origen: inseminación, vientres alquilados, bebé de probeta, etc.

d) no se evidencian explicaciones biológicas precisas en cuanto al uso de conceptos, procedimientos y organización de teorías (uso de definiciones, terminología biológica , química, médica, etc).

e) las explicaciones sobre procesos de transformación se limitan a ser cuantitativas, por formas y tamaño tanto del embrión como de la madre, por buena alimentación y cuidados maternos.

En este análisis se pudo detectar cómo las teorías personales están constituidas por creencias, datos, representaciones del mundo, conceptos incompletos con un carácter de modelo hipotético de la realidad, pero que le permiten establecer conjeturas, predicciones y tomar decisiones. Estas teorías son las que están constituidas tanto por conocimiento *empírico como simbólico, afectivos y subjetivos*, y tienen una influencia sobre su práctica educativa que permanece relativamente oculta a los procesos explícitos del pensamiento.

Los procesos que se desencadenan desde una reflexión epistemológica orientada, al enseñar y aprender, implican tiempos y regulaciones individuales y/o grupales diferentes, ya que es necesario que las anomalías e insatisfacciones que aparecen en las propias concepciones se constituyan en un conflicto cognitivo importante (Rivarossa, 1994).

Las *epistemologías personales* son muy resistentes a las nuevas evidencias, y no se modifican hasta que entren a formar parte de un nuevo sistema explicativo. Por ello, es importante la sistematización y justificación de las respuestas, la reflexión colectiva, la confrontación de experiencias, los espacios de discusión para favorecer nuevas alternativas didácticas de enseñanza y aprendizaje de nociones. Reflexionar sobre la organización de estas teorías obliga a justificar y analizar el

DE DONDE
MITO VIENEN LOS
BEBES?

LA VERDAD



Juntos hacemos tu vida



Resultados sorprendentes. Incredibles
de eficiencia.



control



AQUÍ ESTOY Y

Gráfico N° 2

tipo de conocimiento que se usa, se valora y se delimita al momento de argumentar una explicación y/u organizar un proceso de enseñanza. Estos procesos obligan a plantear una comunicación dialéctica y tensión permanente entre la significación epistemológica del profesor a los contenidos de un campo disciplinar, y la que se origina en la interacción de las prácticas educativas cotidianas (Rivarossa, 1996).

- Análisis de experiencias con estudiantes de ciencias.

A modo de comparación -entre expertos y novatos- se analiza un estudio realizado con estudiantes de Ciencias Humanas en la Universidad de París y en la Universidad de Ginebra (Giordán, 1985). Se busca conocer el grado de significación y el tipo de contenido que utilizan los jóvenes para justificar el proceso de reproducción: comprender de dónde surge el conocimiento.

Las actividades desarrolladas consistían en responder, analizar y conversar sobre las siguientes cuestiones: *señalar en un esquema que represente el ciclo de la mujer, cuál es el periodo de menstruación y qué significa.*

Del análisis de las respuestas se encontró que más del 50% no identifica el inicio de la menstruación con el ciclo reproductivo, el 20% coloca el período fértil al inicio del ciclo, y el 15% al final. No se justifican las respuestas y no se explicitan las relaciones entre la ovulación, la acción de los espermatozoides, el período fértil femenino, y la concepción de ser vivo (Giordán, 1985, pág. 48).

La referencia al espermatozoide y al óvulo es anecdótica, sin justificar el aporte de los dos gametos: *"se unen y sale un ser nuevo"* ; *" el útero es como una cuna"*, *"aportan los dos algo para que se forme un nuevo ser"* , *"el bebé viene si es buscado con amor en la unión"*.

De estas experiencias, Giordán infiere:

..." que el pensamiento no es neutro, y no sólo se nutre de verdades aprendidas. Existe un mecanismo explicativo previo que no se fundamenta sólo sobre adquisiciones escolares, sino que es nutrido por la experiencia de la vida cotidiana y las creencias acumuladas. Constituye un conjunto relativamente organizado y coherente de modelos y reglas de razonamiento que los hace particularmente estables" (Giordán, 1985).

- Experiencia con adolescentes.

Se utiliza como modelo el desarrollo de una secuencia de actividades con adolescentes de 16 a 18 años para la enseñanza y el aprendizaje de nociones de *Continuidad de Vida: fecundación y herencia* (Rivarossa y Rondini, 1994).

Los alumnos debían elaborar una hipótesis explicativa acerca de cómo se transmiten las características hereditarias (observables) en una familia y, el por qué de los "parecidos".

De las respuestas se identificaron tres modelos explicativos diferentes:

a) **aristotélico**: que justificaba las características hereditarias en las "células de la sangre" como una "fuerza vital interior" que poseían los seres vivos.

b) **concepción ovista preformista o animaculista**: asignándole una "potencia" al óvulo o al espermatozoide.

"Luis heredó la mayoría de las características del padre ya que el espermatozoide es más potente que el óvulo". "El padre deposita en el óvulo de la mujer células espermatozoides para que se forme el hijo, que saldrá con caracteres parecidos a sus padres" (Pablo, 17 años).

"En el caso de los ojos, al juntarse informaciones diferentes, luego de la división, prevalece solo uno, el que aparece" (Marcela, 16 años).

En muchos casos, el preformismo atribuido a las formas observables (nariz, manos, pelo, ojos) indican claramente que ya están localizadas de algún modo en el óvulo o espermatozoide.

c) El tercer modelo, **el de la mezcla**, fue el de la mayoría de los alumnos. Las características hereditarias se **combinan mezclándose** de acuerdo a lo que es observable en los miembros de la familia.: *"tiene una nariz intermedia", "un pelo semi-enrulado, intermedio entre el lacio y el crespo de papá y mamá".*

Del análisis que se desprende de la secuencia didáctica de la experiencia (obtenida a lo largo de varias secciones de clases) se puede inferir la dificultad que implica favorecer un proceso de cambio conceptual en torno a estas nociones sobre el origen (Rivarossa y Rondini, 1994).

Surgen en las explicaciones construcciones y representaciones sociales compartidas a modo de creencias culturales y "pseudocientíficas". Se evidencia un uso de conceptos científicos de un modo "casi" natural, impuesto por la cultura científico-social de la actualidad, que sólo es usada nominalmente, sin la

comprensión y significación válida de los mecanismos implícitos que son los que intenta aportar la educación (células, genes, ADN, cromosomas, herencia).

Por otro lado, los niveles de presentación de la problemática sobre el origen obligan a categorizar la complejidad de las explicaciones, desde los caracteres observables (macroscópicos) hasta la justificación celular y bioquímica (microscópica), tratando de que se superen algunos de los obstáculos que ofrecen estas nociones biológicas. Ello implica además, un modo de comprensión diferente de ambos procesos, que reclaman de procedimientos y razonamientos inferenciales y de abstracciones anticipatorias para aproximarse a una mejor comprensión (Ver gráficos 3 y 4).

Sergio Osvaldo



Mari Carmen

Familia Palacios - Gardi

Carola Mabel



Carola heredó la mayoría de las características de la madre, ya que el óvulo, con su información genética, fue dominante sobre el espermatozoide.. "Es el calco de la madre"

Luis Alberto



Luis Alberto heredó la mayoría de las características del padre, ya que en este caso, el espermatozoide fue más potente que el óvulo.. "Es la fiel copia del padre"

Victor Hugo



Victor Hugo heredó características del padre y de la madre, o sea, que hubo un equilibrio entre las informaciones genéticas: del óvulo de la madre y el espermatozoide del padre..

Amanda Elena

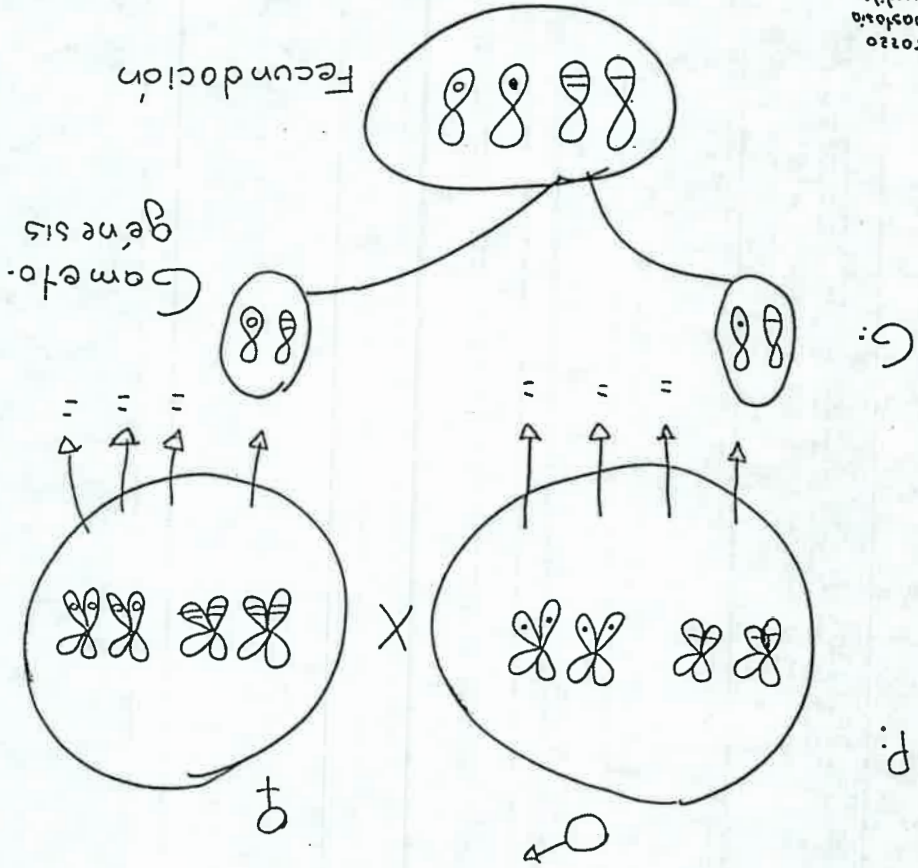


Amanda Elena heredó características de sus padres, pero mayormente de su madre, lo que nos hace parecer que el óvulo fue un poco más potente que el espermatozoide.. "¿Será hija del verde"

Malvina - Cristel
María - Virginia

Explicación: Los padres son homocigotos y sus gametos son todos iguales: llevan los pares de alelos morochos (-) ojos oscuros (=) y ojos claros (o). La fecundación da todos individuos heterocigotos, que responden a genotipo (-o); el alelo pelo morocha es dominante sobre los claros. oscuros son dominantes sobre los claros. Durante la meiosis se produce la separación de los cromosomas homólogos y luego las cromátidas hermanas con lo cores homocigotos se separan de los genes alelos. Cuando se produce la fecundación, la recombinación de los genes se realiza al azar y se obtienen todos hijos heterocigotos, es decir morochos y de ojos oscuros.

Perez
Amos
Gentile
Gonella



Al contraer matrimonio Maricarmen (homocigota recesiva) con S. Osvaldo (homocig. dominante) tuvieron los siguientes hijos (heterocigotos):

C. Caracterización de las concepciones cotidianas en la noción de origen.

En el *conocimiento cotidiano* hay muchas explicaciones no causales (o sea sin contenidos) que permitan establecer relaciones significativas. Existirían restricciones ligadas a la naturaleza del contenido y al procesamiento de esos datos por el pensamiento.

Las explicaciones no causales están basadas en una fuerte intuición y finalidad, con una tendencia antropomórfica especialmente en fenómenos naturales. Ante la falta de contenidos significativos a la idea de origen, y de conocimientos culturalmente acumulados para explicar algunos hechos, se recurre al único tipo de explicación disponible, que da cuenta de la propia conducta como individuo. Es un pensamiento basado en el determinismo humano. Hay, además, una tendencia en el caso de esta noción en particular a reducir la incertidumbre de los hechos a formas más controlables. Las explicaciones recurrentes dentro de lo mágico-mítico son intentos de reducir la incertidumbre ante fenómenos desconocidos.

Malinowski (1986) consideraba que la religión es un sistema de creencias que tiene por objetivo reducir el miedo a lo desconocido, encontrándose justificaciones que aún desde un razonamiento formal, apelan a creencias mágicas para delimitar los aspectos no comprensibles. Estas conductas no son irracionales en absoluto, pues tienen un valor de supervivencia, como pragmatismo del conocimiento (Malinowski (1986), citado en Pozo, 1989, pág. 140).

El contenido biológico, que a diferencia del físico, tiene una génesis, equilibrio y autorregulación, no es de fácil acceso a la comprensividad de niños hasta los 8-10 años (Gilbert y Watts, 1983; Martínez, 1990). La evolución biológica están muy alejada del análisis interpretativo de niños y adolescentes, dificultando la comprensión de *los procesos, transformaciones y equilibrios de las formas vivas*. Por otro lado, aislar los factores que influyen en fenómenos no perceptibles y no manipulables, implica otro nivel de obstáculo (Rivarossa, 1994).

En sus estudios sobre conocimiento de contenidos científicos en la práctica escolar, Benlloch (1984) delimita las dificultades que existen y persisten a modo de obstáculo en la comprensión de procesos biológicos, para niños y adolescentes. Entre otras, la ausencia de mención de las características y funciones comunes a lo vivo, la falta de localización y diferenciación funcional y anatómica.

Cowan y Berstein (1975) muestran en sus trabajos que el cambio de ideas no puede reducirse solamente a una mayor información, sino que debe existir *un estilo diferente de organizar la información*, que no depende de la consideración de estadios operacionales. Los cambios en las teorías implican, de este modo, procesos constructivos tanto a nivel operacional como también sobre los contenidos concretos.

Se identifica en las diferentes respuestas analizadas en este estudio, que el conocimiento biológico es intuitivo hasta edad avanzada, con una mayor atribución de significados si es en el caso del hombre. Hay una tendencia a interpretar esos significados sobre el origen con tautologías y atribución de cualidades sustantivas absolutas, asignándole las causas a propiedades externas al objeto (fuerza divina, magia, orden), o internas al individuo (espíritu vital, preformación).

Se sustancializan las cualidades del proceso de gestación y las explicaciones causales son más de un: *quién?* que de un *qué?*, ya que no pueden abordar teorías abstractas y leyes que regulen ese proceso de gestación. El procedimiento de explicación en esta noción tiene multiplicidad de enfoques: una visión concreta preformista, aspectos evolutivos -dinámicos- y elementos muy fantasiosos y mágicos al identificar sus funciones. El tiempo de gestación es concreto, periódico, sujeto a modificaciones de transición, sin identificar las constantes, solo explicitando estados. Utilizan la tesis de la generación espontánea con la necesidad de concretizar un proceso no observable, y que puede devenir de una voluntad divina, humana (el médico), o alguna fuerza especial en la vida de la madre. Esta noción tiene una dimensión psicosocial, fuertemente delimitada por lo cultural, histórico y social.

Evidentemente las características del objeto biológico están muy vinculadas a la experiencia cotidiana de los sujetos, constituyéndose un fenómeno cercano que le permite otorgarle un sentido lógico y coherente siempre que sea controlable desde las variables que lo trata de analizar, en algún momento biológica, afectiva, cultural o mágica.

Para los más pequeños, de acuerdo con sus respuestas, la causa del origen es inmediata y próxima a sus progenitores, al médico o a Dios. Su pensamiento está fuertemente condicionado por indicadores externos observables, que interactúan con un egocentrismo que no le permite diferenciar lo que "es suyo de lo que es del otro".

Se parte de explicaciones míticas fenomenológicas, como externo y concreto, alejado del individuo, pues él solo es receptáculo de la "semilla origen". No se establecen relaciones hasta en edades avanzadas entre el proceso sexual y las causas biológicas del origen, recurriendo permanentemente al *pensamiento mágico* cuando no puede justificárselo. Es entonces cuando se empieza a tener en cuenta el organismo con su anatomía y fisiología, intentando diferenciar las causas internas de las externas, pero

describiendo los procesos de origen celular y de transformación química en términos muy globales, nuevamente teleológicos y mágicos.

Paulatinamente se intenta incorporar un mayor número de precisiones desde lo biológico, con delimitación de procesos, identificación de partes y reacciones bioquímicas.

Existe un tipo de co-evolución entre el nivel de conceptualización, el significado representacional y los procesos operacionales. Es evidente que los más grandes conocen más cosas desde sus experiencias, lo que les permite organizaciones más elaboradas.

Aparece una influencia lingüística de la información que asimilan a modo de "eslogans" vacíos de contenidos. Kamii y De Vries (1978) explican que este tipo de argumentos muestra el uso de un *conocimiento social convencional* transmitido por la sociedad, y que no es reflexionado. Sólo cuando aparece una mayor disponibilidad de herramientas cognitivas se establecen más relaciones significativas con estos contenidos.

La transmisión generacional señala la posibilidad de la transferencia de teorías, estilos de lenguaje, historias y mitos, con variantes cualitativa en el uso de los mismos conceptos, que interactúan con las posibilidades de desarrollo de las capacidades cognitivas, edad cronológica y evolución socio educativa y escolar (Carey 1987).

En las *epistemologías cotidianas* de niños y adolescentes sobre las ideas del origen, encontramos que el tipo de pensamiento recuerda el pensamiento creador de mitos que coexiste con algunas contradicciones lógico-coherentes en su sistema explicativo con un pensamiento "más racional".

Es evidente que para los niños el dominio de la Naturaleza no se distingue del dominio humano, ya que éste forma parte de la misma, sale de ella, y lo experimenta como una voluntad dependiente de él (Wilson, 1951). En este pensamiento la especulación tiene posibilidades ilimitadas, mezclando la naturaleza y el hombre como formando parte del mismo escenario, aprehendiéndolos de igual modo.

Wilson (1951) explica esta relación:

"Para el hombre primitivo el mundo no es inanimado, ni vacío, sino pleno de vida; y esta vida posee individualidad en el hombre, en los animales, las plantas y todo fenómeno que se presenta. Cualquier fenómeno puede surgir ante él, en todo tiempo, no como un "ello" sino como un "tú". Al enfrentarse a él, el "tú" revela su individualidad, sus cualidades, su voluntad. Al "tú" no se lo contempla, separándolo intelectualmente, sino que se lo experimenta como vida que se encara a la vida, e implica todas las facultades del hombre en una relación recíproca. A esta experiencia se encuentran subordinados los pensamientos, lo mismo que las acciones y los sentimientos" (Wilson, 1951, pág. 68).

CONSIDERACIONES FINALES

- 1. Innovación conceptual y progreso explicativo**
- 2. Significación histórico-contextual de la noción de origen**
- 3. Pensamiento y conocimiento: comparación epistemológica**
- 4. Reflexiones e implicancias educativas**

1. Innovación conceptual y progreso explicativo.

Todo proceso descriptivo sobre el desarrollo conceptual en la construcción de teorías debe hacer referencia, al mismo tiempo, tanto a la elaboración como a la argumentación. Una nueva propuesta de actividad de indagación es relevante en la medida que se considera que lleva a mejores explicaciones del objeto de estudio, a contraargumentar supuestos o a reformular viejas preguntas en nuevos contextos.

Dentro de la historia del pensamiento creador del hombre toda situación da lugar a una variedad de oportunidades para modificar o introducir novedades. De allí que los cambios conceptuales se pueden analizar como devenir histórico o como conflictos que generan nuevas oportunidad de búsqueda.

Estos procesos pueden estar muy condicionados por variables externas, socio-culturales, ideológicas, políticas, que no siempre dan el espacio al laboratorio intelectual (Kuhn, 1977; Lakatos, 1978; Toulmin, 1973).

De algún modo los problemas particulares dependen del compromiso intelectual del momento, los criterios de juicio y de autocrítica. En casi todos estos casos la funcionalidad de las estructuraciones teóricas, se explican en acción conjunta a la situación que las genera.

"Comprender a qué objetivos se estaba apuntando, y cómo ellos -los hombres- se enfrentaron a un problema conceptual, permite estar en condiciones de comprender qué consideraban ellos un logro intelectual o una mejora teórica; y en qué medida estaban justificados en esa situación particular los principios de juicio y los criterios de elección que aplicaron" (Toulmin, 1973).

El análisis evolutivo e histórico contextual de los sistemas explicativos de la noción de origen nos permite caracterizarlo a modo de un **laboratorio epistemológico**. De esta manera, las nuevas alternativas conceptuales que permitieron superar explicaciones sobre el origen a lo largo de la historia, implicó aproximarse a dar respuesta a algunos nudos problemáticos que se reiteraron en distintos niveles de complejidad a lo largo del mismo desarrollo de la noción. (Piaget y García, 1981).

Se sintetizarán los cuestionamientos que se han analizado a lo largo de esta propuesta respondiendo con mayor precisión y argumentación crítica a los mismos, a los efectos de establecer correlaciones epistemológicas y metodológicas entre los dos tipos

de conocimientos, el científico y el cotidiano. Esos núcleos problematizadores se delimitan en las siguientes preguntas:

- ¿Bajo qué circunstancias aparecen innovaciones conceptuales en las teorías explicativas sobre el origen de la vida, y qué elementos fueron ponderados por cada cultura científica-social para aceptar nuevas ideas sobre el origen?

- ¿Qué búsqueda de universales científicos se formularon a lo largo de la historia del pensamiento humano?

- ¿Qué procedimientos se validan para explicar los cambios conceptuales que se fueron construyendo, y cuáles permanecieron más allá de los juicios de valor?

- ¿Qué nuevas alternativas en la organización de teorías permitieron superar explicaciones sobre el origen?

- ¿Se justifica el valor epistemológico del conocimiento científico y el cotidiano desde la mirada histórica y constructiva de la evolución conceptual?

Una explicación evolutiva del desarrollo conceptual-en ambos conocimientos-contiene dos aspectos: la **coherencia y continuidad** de los elementos centrales de las ideas, y los **cambios** que surgen de las anomalías no resueltas por los que se transforma una teoría. La complementariedad que supone el equilibrio entre la continuidad y el cambio son los elementos que interactúan para dar cuenta de los distintos procesos y progresos de las teorías que explican la realidad.

Es desde una mirada histórica donde los conceptos centrales de las explicaciones sobre el origen forman una base conceptual sobre la que se discuten y problematizan los cuestionamientos no resueltos. Y es sobre ellos además, donde se van construyendo intentos de mejores explicaciones.

Los problemas conceptuales que pueden implicar cambios de lenguaje, de representación, de contexto y de aplicación, no tienen solo que ver con definiciones, sino con redefiniciones de sus supuestos y creencias epistemológicas. Progresa la explicación y progresa el pensamiento que le da forma y contenido a la misma.

Para que se acepte la nueva teoría es necesario que la estructura cultural sea capaz de asimilar los hechos e incorporarlos a su sistema de conceptualización y conjetura acerca del universo (Klimosky, 1994). La aparición de un nuevo sistema de conceptos origina un cambio de visión y descripción del mundo que está ligado al momento histórico en el que se contextualiza. (Kuhn, 1971; Piaget, 1973).

Poder confrontar alternativas conceptuales ante un mismo fenómeno facilita la búsqueda de respuestas superadoras al conflicto conceptual instalado. De allí que, para

que se produzca una reestructuración teórica, se hace necesario disponer de otra teoría alternativa o de supuestos conceptuales que interroguen la teoría vigente (Hewson y Hewson, 1984; Pozo, 1987). De este modo, podemos determinar invariantes conceptuales en torno a esta noción que han permitido a lo largo de los distintos modelos explicativos en el tiempo y el espacio, mostrar nudos y estructuras fuertes en su visión genealógica, que han resuelto los planteos problemáticos y que no son cuestionados. Por ejemplo, la refutación de la tesis de la generación espontánea por Pasteur (Siglo XIX), o las bases bioquímicas de la herencia (Siglo XX).

Lo interesante desde una mirada evolutiva y epistemológica en el proceso de cambio conceptual, no es tanto el **por qué** de las proposiciones formuladas, sino el **cómo** se han ido cuestionando y surgiendo nuevas justificaciones.

En primer lugar, importa para el desarrollo de los supuestos teóricos no sólo la verificación de la verdad de los supuestos, sino la posibilidad de idear un sistema conceptual que dé cuenta de manera más abarcativa, precisa, completa e inteligible de los hechos y sucesos involucrados.

En segundo lugar, una nueva organización conceptual necesita necesariamente de una construcción validada comunitariamente; debe ser "colectivamente aceptada como digna de ser considerada, digna de que se experimente con ella y se la someta a prueba" (Toulmin, 1973).

Una nueva propuesta de explicación y argumentación hipotética debe contar con cierta posibilidad de poner a prueba los problemas y dar respuestas superadoras desde una precisión terminológica, nuevos diseños y estilos de representación utilizando criterios de validación práctica, de transferencia y aplicabilidad.

El lento proceso de distanciamiento de la teoría inicial y la nueva configuración de otra teoría posible, tiene gradaciones que incluye una acumulación paulatina de nuevas nociones, reestructuración conceptual y obstáculos epistemológicos que limitan la ruptura conceptual del paradigma anterior.

Ante esto Klimosky (1994) sostiene:

"La descripción bachelariana de los obstáculos epistemológicos es muy interesante como problema del contexto de descubrimiento, y es aquí donde se puede hacer una larga lista de tales obstáculos: prejuicios, ideologías, intereses de clase, metodologías estrechas, instrumentos inadecuados, problemas académicos entre escuelas, factores de poder. Los mismos procedimientos positivistas o los

métodos modelísticos actuarían en determinadas ocasiones para ciertos episodios de la historia de la ciencia como obstáculos epistemológicos".

Esto pone en evidencia la existencia de ritmos de variación en los procesos de organización de teorías, que obligan a modificar el centro de atención de una época histórica a otra.

Por ejemplo, las ideas de reproducción del siglo XX eran sólidas en su argumentación lógica, pero al incorporarse los supuestos de la genética mendeliana, las mismas nociones sobre reproducción vuelven a entrar en conflicto. Los nudos de cuestionamientos internos al estudio del campo biológico, y externos desde los condicionamientos institucionales, sociológicos y políticos, operan de factor movilizador de la búsqueda de nuevas explicaciones.

Muchos casos como los que llevaron a la creación de la biología molecular implicaron explicar viejos fenómenos de modo más preciso, y avanzar en un nuevo paradigma conceptual, modificando las mismas fronteras internas y externas de una disciplina.

Una vez que una nueva concepción puede resolver así nudos problemáticos abre puertas de indagación a toda una teoría que cuestiona sus términos, su coherencia y su representación. Por otra parte, si bien la concepción permite explicar aspectos del problema, no siempre suelen ser compatibles con los mismos compromisos epistemológicos asumidos.

A lo largo de la historia de las explicaciones sobre el origen, se pueden identificar los lentos procesos y rupturas de cosmovisiones, que fueron modificando un pensamiento que estaba pegado a lo "Divino", hacia uno que buscaba establecer coherencia entre los hechos y los fenómenos a partir de una autonomía intelectual. Se ponen en juego de este modo las conjeturas a confirmar intentando **diferenciar lo objetivo de lo subjetivo.**

El pensamiento científico, como un modo de comprender y justificar la realidad, sólo es posible a partir de esta distinción. Pero, en el caso de la noción de origen se torna dificultoso y complejo demarcar sus fronteras, pues sus teorías explicativas están íntimamente asociada al "ser" y al "pensar" del hombre desde sus cosmovisiones personales.

2. Significación histórico-contextual de la noción de origen.

El análisis histórico-evolutivo de las explicaciones en torno al origen hace posible identificar los **problemas no resueltos** que necesitaban para su solución de nuevas exigencias teórico-empíricas, así como también identificar **cuáles** fueron los conceptos guías de la evolución.

El conocimiento elaborado en sus orígenes por el hombre se organiza a partir un pensamiento primitivo, de carácter especulativo, finalista y acomodable a las necesidades del hombre mismo. Su cosmología está mezclada de revelación, fantasía y fuerte subjetividad personal, que no es fácil de discutir porque trasciende la razón, como una mezcla de un "tú" y un "yo" (Malinowski, 1986).

Las explicaciones sobre la generación espontánea -como argumento al origen- muestran cómo persiste una misma idea a lo largo de la historia, y cómo pueden coexistir con otras tesis en tiempo y culturas diferentes, oscilando por ejemplo entre las de la putrefacción o germen organizado por Dios.

La idea de **calor vital** de la cosmología aristotélica se traslada al ámbito del origen, modificándose su terminología en otras culturas o épocas, pero con igual significación: "*espíritu*", "*alma vital*", "*fuerza interior*", "*fuerza exterior*", "*impulso*". Esa significación estaba, además, fuertemente teñida de las intolerancias y recelos propios de los credos y religiones orientales o cristianas que profesaban los hombres.

De este modo se resolvieron parcialmente posiciones encontradas, justificando la identidad, la permanencia y el cambio desde distintas teorías (Aristóteles, Platón, San Agustín). Ello demuestra como sobreviven y conviven en el mismo contexto de descubrimiento y justificación tanto las explicaciones biológicas causales, como las que derivan de la alquimia, la magia y la astrología como causas ocultas, responsables del origen de la vida.

El valor de la ciencia al servicio de la iglesia dio lugar al conocimiento del origen para venerar el amor de Dios, que no necesitaba ninguna justificación racional. La confrontación entre los datos de la revelación divina y la experiencia que marcaba los procesos de gestación de un ser vivo, pusieron en evidencia los conflictos y el progreso conceptual de dos cosmovisiones: *la de las Escrituras* y *la de una ciencia que se apoya en los sentidos y la razón*. Esta ruptura cosmológica marca el inicio de una nueva concepción: la búsqueda para verificar la realidad permanente y determinar la verdad universal.

La visión preformista y finalista del origen derivó en una multiplicidad de teorías que contribuyeron a representaciones falsas del mecanismo de gestación, pero que daban respuestas coherentes dentro del marco de referencias culturales y de las técnicas de representación de cada momento histórico: tesis ovista, tesis animaculista, pangénesis, mezcla (Guyenot, 1956).

Las teorías evidencian en su cuerpo explicativo algún obstáculo que puede provenir del rechazo a la teoría observacional o a los resultados experimentales, que no siempre permiten una comprensión amplia de los hechos. En el caso de la tesis preformista-animaculista, se sostenía que el germen está preformado en los genitales masculinos; las anomalías en las explicaciones aparecen cuando los resultados observables indicaban que *el parecido era materno*, contradiciendo de este modo los supuestos de la teoría animaculista.

Los nuevos supuestos intentaron ser inteligibles con argumentos que interrelacionaban símbolos, lenguajes y significado. Las teorías que surgieron buscaban establecer cierto grado de verosimilitud entre lo viejo y lo nuevo para que fuese aceptada como nuevo paradigma. Bufón trata, por ejemplo, de explicar la heterogeneidad que caracteriza la ontogenia, a partir de sus moléculas orgánicas que con un áurea de vida, le otorgarían un sello particular a los órganos. De esta manera se intenta llegar a justificar los parecidos maternos y paternos (Guyenot, 1956).

Se avanza conceptualmente en el planteo de lo heterogéneo, pero continúan sosteniéndose ideas antiguas y subjetivas desde lo mágico (áurea de vida).

El progreso del pensamiento hacia una filosofía mecanicista de los fenómenos pasa a concebir un modelo de análisis de los hechos con una mayor objetividad, sistematización de las observaciones y técnicas de cuantificación, intentando así destruir especulaciones teñidas de mito.

Si bien el avance en la investigación de los distintos organismos vivos aporta nuevos datos objetivos al problema, no es fácil renegar de la fuerza de las explicaciones sustantivas y cualitativas, especialmente cuando la limitante de este objeto de conocimiento se confunde con un "sentir" que no puede competir con lo "no observable" y lo "inexplicable" desde la lógica del sentido común. Esto se comprende ante algún enunciado teórico como el de este tipo: combinación bioquímica-molecular de los caracteres hereditarios a nivel microscópico celular.

En síntesis, el progreso conceptual en esta noción ha oscilado permanentemente entre "acciones causales divinas o mágicas" y "causalidad empírico-teórica", que se

constituyeron en el motor de conflicto de una estructura conceptual explicativa, para avanzar paulatinamente a nuevos lenguajes y nuevas hipótesis.

A este estilo de comprensión científica que progresa se le suman nuevas concepciones sobre transformación y procesos de fenómenos naturales que surgen en otros campos de conocimiento. Ello va permitiendo incorporar otros supuestos teóricos sobre evolución a la interpretación de los datos sobre las ideas fijistas del origen que, por otra parte, configuran el patrimonio de largas generaciones de pensadores y hombres de ciencia.

La insatisfacción con la teoría antigua, de fuertes cimientos en creencias y armazón teológico, obliga a plantearse nuevas preguntas en otro nivel y contexto cultural, donde lo científico debe ser racionalmente justificado.

Según Toulmin (1973):

"...las variantes genuinas de una teoría son como las que enfrentó Charles Darwin argumentando sobre la evolución orgánica. Su dificultad se asociaba a la herencia de las variaciones. Los mecanismos darwinianos para la formación selectiva de nuevas especies pueden tener más efectividad si hay variaciones "disponibles" para suficientes generaciones sucesivas de organismos, y dentro de ámbitos adecuados de competencia para que la selección natural produzca sus efectos. En ausencia de la ciencia de la genética Darwin supuso la existencia de tal conjunto de hipótesis plausibles, sobre la cual el éxito global de su teoría podía arrojar una credibilidad, y admitió la necesidad de este supuesto en su temprana argumentación: si llegan a producirse variaciones útiles en un ser orgánico el individuo que posea tales caracteres tendrá la mejor posibilidad de conservar la lucha por la vida, y por el poderoso principio de la herencia, tenderá a engendrar vástagos con los mismos caracteres".

Al realizar este análisis epistemológico del pensamiento, involucrado en las organizaciones conceptuales, se detecta claramente un devenir continuo desde un nivel precientífico finalista, hacia una actitud científica racional de justificación que continúa sujeta a historias y condicionamientos socio-culturales e ideológicos.

Ese crecimiento presenta múltiples rupturas en su proceso explicativo que está fuertemente condicionado por las características otorgadas al origen, en cada momento cultural y con una significación social particular.

El objeto de estudio sobre el origen es complejo para el análisis, lo que le ha valido distintos niveles de estudio, profundidad y especificidad, completando desde modelos lógicos cuantitativos y cualitativos, la explicación, predicción y comprensión de los datos recolectados (Shuster, 1985).

Tomar la noción desde su significación histórico-epistémica nos permite analizar las etapas por las que fue atravesando con continuidades o discontinuidades, propias de su desarrollo y de la sucesión de sus explicaciones.

Además, en ese proceso histórico constructivo de la noción, existe una continuidad funcional en cuanto a los mecanismos de elaboración y justificación de explicaciones (contenido y método).

El proceso involucrado en las explicaciones no es unidireccional y muestra cómo puede ser rechazada por una comunidad al cuestionarse el alcance de su significación. Así lo muestran casos como el del preformismo divino sobre la evolución epigenética del ser vivo, que continuó siendo controversia científica aún en éste siglo XX, por las mismas concepciones teológicas.

También se muestra en las teorías sobre el origen, identificadas en la concepción aristotélica o en la filosofía existencialista de los egipcios, que fueron aceptadas sin refutación, mientras que, otras interpretaciones -generación espontánea- sobrevivieron aún después de haber sido refutadas por experiencias cruciales (Spallanzani, Redi, S.XVIII; Pasteur, S. XIX).

El pluralismo científico, al modo de Lakatos y Feyerabend, da argumentos en favor de la coexistencia de varias teorías en pugna, contradictorias entre sí y con anomalías internas. Popper, Feyerabend, Kuhn, Hanson y Toulmin (S.XX), muestran desde sus concepciones de racionalidad y metodología científica, la insuficiencia del análisis del positivismo para dar cuenta del conocimiento científico. Todos acuerdan que el análisis de la ciencia no puede ser reducido solo a justificar teorías, pero discrepan en los mecanismos del proceso de descubrimiento.

Dentro de la nueva filosofía de la ciencia se instala un importante espacio de búsqueda para comprender los procesos de elaboración de conocimiento, los criterios de investigación, los modelos teóricos y los obstáculos epistémicos (Bachelard, 1948)

La evolución y precisión conceptual ha requerido de nuevos instrumentos y mediciones (microscopios, centrifugas) que ofrecen otras lecturas de los datos que pueden modificar, cambiar o completar los supuestos ya construidos.

Otro factor que también pudo acelerar ese cambio en las explicaciones proviene de ideas de otras ciencias básicas, como por ejemplo la bioquímica, que le otorgan otros principios teóricos empíricos para el mismo análisis.

"Una nueva alianza de la cristalografía de rayos X con la genética de las bacterias y la química de los ácidos nucleicos por ejemplo, hizo posible la creación de la biología molecular. Surgió una nueva y vigorosa disciplina científica con la misión de cultivar las nuevas posibilidades teóricas y hacer madurar la cosecha intelectual así creada" (Toulmin, 1973).

Muchas ideas progresistas completas e integradoras del fenómeno no maduran a nivel de innovaciones intelectuales por los mismos obstáculos y condicionamientos socio-institucionales y culturales. Los móviles de los cambios conceptuales no siempre están dirigidos a dar respuesta a nudos problemáticos históricos que van aumentando el poder explicativo de la teoría. Valgan como ejemplo los conflictos conceptuales entre herencia, genes, clonación, evolución natural y artificial, inseminación.

Si lo que cuenta es el incremento del poder explicativo de un sistema teórico, los criterios para juzgar la nueva selección realizada dependerán de las metas que se proponga en el nivel de problema delimitado.

Las preguntas a formularse deberán especificar *si se mejoran las explicaciones sobre el origen usando un sistema conceptual*, considerando lo conceptual como más preciso, pertinente y aplicable a una mayor generalidad explicativa.

El uso de un nuevo modelo teórico plantea lógicamente una confrontación con otra teoría, o partes de ella, lo que invita a preguntarse *en qué medida un cambio en el sistema explicativo es mejor que el que se usaba*. En consecuencia, se plantean cuestiones de lógica investigativa y de validación científica ética y socio-cultural (Maliandi, 1983).

Todas las innovaciones explicativas que se observan a lo largo del recorrido histórico-epistemológico muestran cómo fue mejorando la comprensión en ciertos aspectos, y cómo se plantearon nuevos cuestionamientos como los que derivaron de la manipulación genética, la fecundación in vitro, la vida extraterrestre, el caos y el

equilibrio del universo. Todas ellas son nuevas interpretaciones que seguramente aportarán a una nueva significación y objetivación de la noción de origen. De este modo, la selección de criterios para medir el uso y validez de esas nuevas explicaciones tiene resultados diferentes si se lo hace desde una lógica proposicional, relacionando un sistema formalmente "correcto", o bien desde un análisis histórico basado en las respuestas de las metas que se fijan en las comunidades (Flanders, 1993; Barton 1994; Toulmin, 1973).

Los fracasos en la selección de nuevas explicaciones -que pueden ser auténticamente revolucionarias o innovadoras- provienen más de prejuicios, posiciones conservadoras, cosmovisiones encontradas, presiones político-religiosas, que del uso de métodos de validación científica.

Las fronteras entre los procedimientos racionales de la ciencia y los procesos intelectuales de quienes le van dando sustento en cada momento histórico, nos muestran que mientras se asume una idea de desarrollo conceptual dentro de una problemática, *los acuerdos sobre los criterios de selección de una nueva reorganización explicativa, no se pueden caracterizar como atemporales y universales*. Estos criterios de selección constituían los principios universales del entendimiento que formaron parte de la búsqueda del hombre de ciencia hasta el siglo XVII (Guyenot 1956).

A nivel de los conceptos, la búsqueda de un criterio de demarcación permanente es incompatible con el hecho de que los conocimientos también están sujetos al desarrollo histórico de la comprensión humana (Toulmin, 1973; Shuster, 1985; Habermas, 1968).

3. Pensamiento y Conocimiento : comparación epistemológica.

Tanto para el conocimiento científico como para el cotidiano, su autoridad epistémica en cuanto al sistema de conceptos y categorías que establecen, es aquella a la que se llega evolutivamente por sucesivas transformaciones.

Todos los seres humanos, en todos los lugares y tiempos, abordan problemas similares con modos de resolución y de comunicación diferentes. Sus estilos de hablar, pensar, razonar y actuar, serían racionales e inconmensurables con los otros estilos

culturales, si partimos del respeto a sus propios procesos y progresos en la búsqueda de respuestas y alternativas de solución para su adaptación social.

Esos estilos de comunicación de los sujetos, que varían en cada contexto cultural, le van otorgando a la noción de origen múltiples significaciones que se construyen por interacción entre las vivencias de los mundos subjetivos y el tipo de categoría objetiva de sus cosmovisiones (Malinowski, 1963).

Es a partir de esa dialéctica interaccionista como se van construyendo nuevos sistemas simbólicos sobre el origen, tanto en los niveles de explicación científica, como en la organización de teorías cotidianas (origen divino, de la progenie, celular, bioquímico, evolutivo).

La superación de esos significados implica una nueva reconstrucción progresiva de los principios causales ya identificados, una elaboración de códigos y representaciones, y una validación social del nuevo significado otorgado (Morales y Rivarossa, 1987).

Oeser (1984), en su *Gnoseología Evolutiva*, intenta establecer una relación entre la teoría del entendimiento cotidiano, categorizado como subjetivo e individual y el conocimiento científico categorizado como objetivo.

La evolución del pensamiento del hombre a lo largo de la historia de la humanidad se basa en una facultad de conciencia, inherente a la especie humana, según la cual se lleva a cabo *una autocorrección del conocimiento subjetivo*.

El concepto de conocimiento es puesto en relación con la evolución biológica y sociocultural del hombre (Oeser, 1984).

Oeser (1984) sostiene que *"la teoría del conocimiento sin relación con la realidad del proceso cognoscitivo sería especulación pura"*. Justifica de este modo el origen filogenético de la facultad cognoscitiva humana. Crea, junto a la epistemología (onto) genética de Piaget, una base profunda para toda investigación empírica de la ciencia que hable del proceso científico, del científico mismo, con sus condicionamientos individuales y psicológicos, sociales e institucionales" (Oeser, pág. 150).

Desde esta perspectiva gnoseológica evolutiva y filogenética del conocimiento y pensamiento, se considera que el sujeto transforma cognoscitivamente su mundo objetivo, a partir de los sistemas de información del mundo circundante, no de forma aditiva, acumulativa sino por una red dialéctica interaccionista entre objeto, sujeto y significado.

El *conocimiento científico* se entiende, desde esta perspectiva evolutiva, como un mecanismo individual y colectivo de autocorrección de la información del mundo.

Para Oeser (1984) el conocimiento científico se diferencia de estos mecanismos constructivos por relacionarse en un sistema transubjetivo de la ciencia. Este se estructura específicamente por el cúmulo de conocimientos representados en los documentos y publicaciones portadores del proceso científico.

En este sistema científico de construcciones teóricas dentro de un cuerpo disciplinar se disputan metodologías sobre los problemas fundamentales de su abordaje, pero que no afectarían en última instancia el mismo *nexo funcional cognoscitivo* sintetizado en los procesos básicos de : *inducción, construcción, deducción y reducción.*

"Es en el nivel del conocimiento científico, donde una estructura cíclica y pseudocircular se manifiesta como un procedimiento ordenado y metodológico de corrección. La estructura básica de autocorrección se describe como un proceso de iteración en forma de espiral que se acerca a una meta desconocida, sin llegar a alcanzarla" (Oeser, 1984).

Desde esta mirada, el conocimiento cotidiano se basaría en procesos de representación y comunicación constante que permiten estructurar un modelo subjetivo del mundo exterior. Al intercomunicarse con otros individuos se comparten las representaciones o intersubjetividades al modo de creencias colectivas. Esas representaciones pueden ser aceptadas o rechazadas en función de las epistemologías personales o paradigmas que se sustenten, configurando teorías de "uso práctico". Ambos conocimientos se estructuran de igual modo en redes de significación socio-histórico.

Elaborar una comparación entre el modelo epistemológico del pensamiento cotidiano con el científico, nos enfrenta con diferencias sustantivas que se deben más a las intenciones y a la actitud emotiva, que a la mentalidad lógica. La característica básica del pensamiento moderno del hombre es la evolución que sufrió el proceso de conocimiento al distinguir cada vez más y mejor lo subjetivo de lo objetivo (Malinowski, 1986; Lorenz y Wuketis, 1984).

El procedimiento crítico y analítico, por medio del cual el pensamiento científico reduce los fenómenos individuales a hechos sujetos a leyes universales, le permite separar

datos obtenidos por la percepción de los fenómenos, de aquellos conceptos que le permiten comprenderlos (Klimosky, 1994).

De algún modo el tipo de análisis cotidiano y el que realiza el hombre primitivo comparten una premisa común que es la ausencia de una reflexión crítica de lo que se observa, ya que no puede separarse la presencia de los fenómenos, porque éstos se "le revelan" y forman parte de su explicación teñida de subjetividad (Rivarossa, 1994).

Dentro de las explicaciones cotidianas no se reconoce la causalidad como operación interpersonal, mecánica y sujeta a leyes como en el pensamiento científico. En este pensamiento (Levi-Strauss, 1975) al buscar las causas que producen siempre los mismos fenómenos dentro de las mismas condiciones, se separa el mundo de las experiencias inmediatas intentando convertir el caos en orden, como postulado central de la causalidad (Frankfort y Wilson, 1954).

En esas explicaciones se observa que no pueden abordarse las abstracciones que implican la formulación de teorías integradoras a partir de la realidad perceptible. De algún modo, la generalidad de sus respuestas, el grado de individualidad utilizado para explicar el origen, los deseos y voluntades que le otorgan en la justificación, recuerdan el pensamiento primitivo (Irwin y Frankfort, 1954).

Aparece en las respuestas dadas al origen una idea de "inicio" -preformismo del ser- y otra de "final" -dispone Dios-, pero sin poder explicar los nexos causales de la afirmación y sin poder dar cuenta de las transformaciones. Ese proceso termina siempre en lo divino o mágico.

Por otro lado, se van cambiando las interpretaciones y modificando el significado a nivel de representación, pero usando el mismo lenguaje para comunicarlo. Se busca satisfacer el intelecto, conviviendo sin problemas con las contradicciones o yuxtaposiciones teórico-empíricas.

El conocimiento cotidiano reproduce, de este modo, *un proceso iterativo de adquisición, sistematización y comprobación de conocimientos*. Pero este proceso es más rápido, sin reflexión crítica, pragmático y sujeto a los ajustes que imponga la necesidad de dar respuestas.

El conocimiento cotidiano posee diferencias de acuerdo al tipo de contenido problema que ofrece conflicto para su delimitación, determinando en su intento de análisis categorías de uso conceptual de las inferencias personales (Cowan y Berstein, 1975).

Lo metódico de una indagación científica, a lo largo de la historia de la evolución del pensamiento del hombre, no ha impedido que, sin inmiscuirse en el recinto de la

ciencia, el hombre trascendiera la experiencia intentando ordenar sus supuestos y darles coherencia y significación.

Las cosmovisiones en las que se enmarcan esas teorías, están fuertemente condicionadas por las creencias acumuladas de cada generación, la transmisión de valores, las ideas de verdad, orden y caos, reglas universales de entendimiento y sentido común (Shuster, 1985; Klimosky, 1994).

Los ritmos de evolución de ambos tipos de conocimiento son diferentes y se constituyen en *útiles y funcionales para el conocimiento cotidiano y en teorías adecuadas para el conocimiento científico*.

Los modos de operar con el conocimiento cotidiano implican un procesamiento de datos de muy diverso orden y de modo continuo, con control débil de actos contextos y errores. En la búsqueda de respuestas se suele tomar conciencia de las contradicciones pero no se resuelven y, en vez de proporcionar una justificación, sólo se describe el conflicto de modo narrativo. A modo de ejemplo, se afirma la necesidad de que estén presente ambos sexos para engendrar vida (hombre-mujer, macho-hembra) y que, además, ambos tienen algo a modo de "elementos naturales" para originar un ser vivo, pero, no se puede explicar los procesos de fecundación.

Por otro lado, se puede resolver el conflicto simplemente recurriendo a conocimientos preexistentes, modificando algunos datos, pero, sin incorporar ideas nuevas. O bien, se puede reformular la concepción original que implica un progreso conceptual más estructural. Este proceso demanda una toma de conciencia de la debilidad de la teoría para la comprensión y un tiempo mayor de reflexión teórico-empírica (Posner et al, 1982).

Las anomalías más frecuentes, a lo largo de las distintas organizaciones explicativas, están sostenidas en *los supuestos teóricos de búsqueda íntima y verdadera del origen y de la muerte de los seres vivos* (Guyenot, 1956; Lorenz y Wuketis, 1984, Giordán, 1989).

El científico, por otro lado, experimenta desde sus propios supuestos, con control riguroso, intentando permanentemente disminuir los conflictos entre teoría y datos, buscando explicar y después al ampliar los contextos de significación, comprender. Se categorizan los problemas en niveles conceptuales y utilizan procesos causales e inferenciales diferentes a los del conocimiento cotidiano (Pozo, 1987).

La experiencia, la observación y la práctica se han encargado a lo largo de la historia de eliminar gran cantidad de hipótesis y teorías inadecuadas, erróneas e incluso

tontas. Ha sido el control empírico y la confrontación experiencial las que permitieron adoptar de modo razonable los hechos para dar sustento a algunos supuestos teóricos.

De no progresar esa dialéctica entre teoría y empirismo se hubiesen sostenido solamente teorías como prejuicios o meras creencias infundadas.

Para el *conocimiento cotidiano* las concepciones son cambiadas o rechazadas de un modo gradual y lento, a partir del ajuste que le imprime la cotidaneidad, la práctica, los contraejemplos, las creencias colectivas, los eslogans sociales. No se modifica toda su concepción sino aquellos aspectos que no impliquen el núcleo conceptual más fuerte de su teoría.

De este modo puede justificarse la convivencia de distintos supuestos que no concuerdan teórica y empíricamente con las ideas fuertes de la teoría.

El razonamiento es como una secuencia lineal, sin acciones recíprocas en los análisis y justificaciones, como se da naturalmente en la lógica argumentativa de las explicaciones científicas.

Existe, además, una tendencia a usar distintos conceptos y dar argumentos para significar el origen sin mayores contradicciones o conflictos aparentes.

Esto permite comprender cómo pueden coexistir ideas nuevas con otras más arraigadas por tradición, creencia o prejuicio, siempre con un grado de coherencia interna en su significado haciendo inteligible la explicación asumida.

En las epistemologías personales que organizan los sujetos el cambio conceptual es un ajuste gradual de sus concepciones, un proceso de reorganización de las ideas más centrales, cambiando de dirección frecuentemente en función de conformarse intelectualmente o aceptar colectivamente su justificación (Posner, 1994).

Otra de las variables analizadas permite afirmar que la diferencia entre los dos tipos de conocimientos no se encuentra en los mecanismos cognoscitivos, sino en las particularidades del objeto de estudio, en donde sus relaciones no pueden ser abarcadas mediante teorías axiomáticas-deductivas.

Esos mecanismos funcionales de comprensión de la realidad se encuentran en la filogenia del conocimiento biológico y en la ontogénesis evolutiva del mismo individuo (García, 1985; Lorenz y Wuketis, 1984).

Tanto el conocimiento científico como el cotidiano permiten comprender fenómenos naturales y generar transformaciones en sus contextos sociales, marcando *un status epistemológico adecuado y válido en su interpretación de la realidad*.

La mirada histórica y constructiva de la evolución conceptual justifica el valor epistemológico de ambos conocimientos, porque permite reinterpretar los criterios de organización, los conceptos estructurantes y la significación científica-cultural otorgada.

Es posible establecer *un continuo entre ambos conocimientos*, particularmente en los procesos cognitivos y sociales como así lo ejemplifica la historia del pensamiento y el progreso del conocimiento.

Un mismo fenómeno puede tener variantes conceptuales que compiten en su explicación y que, si son aceptadas, se consideran adecuadas por un tiempo mientras den respuesta a distintas anomalías. La resistencia a modificar una explicación se ve conflictuada cuando entran a competir nuevas interpretaciones teóricas que actúan como elemento de selección de las teorías conceptuales anteriores.

De este modo, en ambos tipos de conocimientos aunque con mecanismos de selección diferente, se mantiene *un continuo y gradual desarrollo cognitivo*.

Superar el antagonismo instalado entre el conocimiento científico y el cotidiano desde una visión científicista de la ciencia, implica recuperar *el concepto filosófico de conocimiento*. Aquí radica la importancia de los procesos de autorreflexión y dialéctica entre tipos de conocimientos para el logro de una mayor autonomía de pensamiento de quienes como investigadores, construyen nuevas teorías y como educadores, forman intelectuales críticos (Habermas, 1987).

4. Reflexiones e Implicancias Educativas.

Las consideraciones a las que se arriban con este trabajo de tesis buscan revalorizar, desde la reflexión epistemológica e histórico conceptual, una significación de los conocimientos científicos y cotidianos, lo que permite a su vez inferir algunas líneas de pensamiento y acción educativa.

La importancia que reviste la argumentación epistemológica para la formación en ciencias, permite elaborar a modo de síntesis los siguientes principios orientadores que se presentan a modo de núcleos de recomendaciones y reflexiones en torno al hecho educativo.

a) Recomendaciones en torno al valor educativo del conocimiento científico y del conocimiento cotidiano.

-Considerar el *status epistemológico* de ambos conocimientos, científicos y cotidianos, para los currículos de ciencias, desde las visiones de la nueva filosofía evolutiva y la sociología de la ciencia.

- Aceptar la *necesaria confrontación* entre el modelo de comprensión de la realidad en el conocimiento cotidiano con el modelo de comprensión de teorías científicas, a los efectos de favorecer una caracterización socio-cognitiva, tiempo de elaboración conceptual, obstáculos de significación, hombre y científico, comunidades y pensamiento.

- Las teorías científicas tienen *coherencia lógica interna* y se corresponden con cuerpos estructurados de experiencias; las teorías cotidianas tienen *coherencia y utilidad lógica* y se corresponden con experiencias y vivencias. Esa evolución del conocimiento y del pensamiento creador, permite reflexionar críticamente sobre *el valor epistemológico* de los dos tipos de conocimiento, tanto en relación a las respuestas que ha ofrecido históricamente, como las que son posibles de formular en un futuro.

- Identificar los compromisos epistemológicos y la relación entre el conocimiento científico y el cotidiano permitirá estructurar a modo de rupturas paradigmáticas propuestas pedagógicas de cambio conceptual.

- Revalorizar el *saber y saber hacer popular* como conocimiento de comprensión de hechos y fenómenos y como un modo natural y socio-colectivo de conocer -diferente al conocimiento científico-.

b) Recomendaciones en torno a la significación epistemológica-disciplinar.

El hecho de considerar en las propuestas curriculares los procesos de producción de teorías y la identificación de *la genealogía de problemas conceptuales que se abordan a lo largo de su proceso histórico, favorece un pensar el contenido como una producción intelectual individual y colectiva, hecha por hombres y validada por la construcción de sus propios métodos.*

- Identificar los *cambios conceptuales* en torno a las teorías explicativas, procedimientos intelectuales y métodos de comprensión colectiva dentro de los paradigmas científicos y culturales. Los cambios - en la noción de origen- como proceso complejo en crecimiento, muestran, por un lado, el *desarrollo conceptual y las nuevas*

innovaciones que ocurren en la teoría, y al mismo tiempo marcan la *estabilidad y resistencia* que ofrece la transformación.

- Al analizar el estudio de la evolución conceptual y la identificación de ejes problemáticos se puede establecer las causas y la *gradualidad de los cambios y transformaciones de conceptos básicos en una disciplina*. De este modo, se puede delimitar como eje curricular, la *comprensión conceptual, metodológica y actitudinal* en el análisis y transformación consciente de las creencias y concepciones.

- Es importante la contextualización histórico-metodológica del *papel del método y los juicios de valor* otorgados por los científicos y su comunidad, para la comprensión de los procesos de validación de la ciencia y el desarrollo de las actitudes humanas.

-Deberán considerarse en las propuestas curriculares, un mayor número de aspectos filosóficos e históricos que permitan *contextualizar la producción de teorías, y desmitificar* la visión acumulativa y lineal del progreso del conocimiento y del pensamiento del hombre. Implica, además, adoptar una visión comprometida que contemple en el curriculum una posición realista y crítica con las prácticas reales y la historia de la construcción del conocimiento biológico.

-Respetar *el razonamiento y el pensamiento en el contexto de producción de significados*, implica aceptar la construcción de diferentes teorías explicativas a partir de los mismos nexos funcionales. La construcción de conocimiento y la de un sistema cognitivo son dos fases del mismo proceso, tanto en el hacer científico como en el hacer cotidiano.

- Comprender la evolución de las explicaciones científicas -sobre el origen- permite *entender el impacto de las mismas*, en el pensamiento y el desarrollo tecnológico de la sociedad contemporánea, aceptando además que pueden coexistir con otros modelos explicativos teñidos de mitos y creencias.

- Favorecer desde la reflexión histórico-epistemológica en el campo disciplinar la *identificación de nociones básicas que le dan un sentido de totalidad, transformación y regulación del progreso conceptual*. Contemplar, además, el significado de dichas nociones en el contexto socio-cultural que lo significa y lo usa con distinto criterio de validación y sentido ético.

- Revalorizar *la importancia y el respeto de las tradiciones y prácticas culturales* construidas por generaciones anteriores, que ponderaron el significado del conocimiento con otros criterios de análisis y sistemas de valores.

Los procesos de metarreflexión sobre las cosmovisiones, errores y obstáculos en la comprensión implican, además, la toma de conciencia de las propias capacidades de transformar y adquirir nuevos conocimientos.

c) Recomendaciones en torno a la formación del formador en ciencias.

Es con el compromiso a las nuevas generaciones, donde se hace necesario un nuevo modelo de formación docente con valores que reemplacen y le otorguen un nuevo significado a los viejos. El *valor* asignado al histórico rol del profesor considerado como fuente de conocimiento por un nuevo rol de formador, donde todas las respuestas deberían ser cuestionadas y los errores valorados como comienzo de las mismas preguntas.

El *valor* asignado al rol del conocimiento desde la acumulación, el individualismo y la competitividad, fruto del progreso mismo. Y la *valoración* del papel del aprendizaje del conocimiento sobre la base de un pensamiento reflexivo y crítico, que permita cuestionar no solo el *qué*, sino el *por qué* y el *para qué* del conocer.

- Necesidad de revisar los criterios históricos de la formación en ciencias desde:

i- El mito de la actividad neutral de la ciencia, sostenida por la lógica interna y funcionando independientemente de las cuestiones socio-históricas.

ii- El conflicto de la objetividad científica cuestionada desde una concepción que muestre la relatividad de los supuestos teóricos sometidos a comprobación y crítica constante.

iii- Conciliar la dicotomía histórica entre la transmisión de conocimientos, versus el proceso de construcción: generación de hipótesis, especulación creativa, experimentación crítica, confrontación y refutación.

iv- Contemplar en el análisis histórico la posibilidad de analizar en la evolución conceptual el producto científico como proceso cultural y no solo como una observación ingenua o una nueva actividad experimental.

v- Contemplar desde la significación histórica que la sobrevivencia de otros saberes (religiosos, tradiciones empíricas, pseudoconocimientos) dependen en gran medida del posicionamiento y necesidad de los grupos sociales.

vi- Interpretar la historia de la producción de conocimientos en términos contextuales, para comprender la proyección de las investigaciones en el futuro, anticipar problemas y asumir decisiones.

- Los objetivos curriculares deberán favorecer los *procesos de cambio conceptual* de teorías desde los presupuestos del que aprende y no a partir de la aceptación pasiva de las nuevas teorías como parte de la instrucción científica. De allí la necesidad de considerar a las teorías cotidianas y las epistemologías personales en los procesos de enseñanza y aprendizaje de nociones científicas.

La evolución conceptual en ambos conocimientos contempla como *motor del cambio* las anomalías en las teorías preexistentes y los presupuestos de ciencia y conocimiento asumidos por las comunidades.

- Considerar que se aprende a partir de la *construcción activa de significados* otorgados a las teorías y de los contextos socio-culturales donde se les asigna un valor. De esta manera la actividad mental del científico pasa a ser un modo particular de la actividad cognitiva, basada en procesos activos e interactivos de construcción de significados. Por lo tanto, desde esta perspectiva, la *investigación científica y el aprendizaje* se consideran como un proceso de cambio conceptual evolutivo de modificación, resistencia y acomodación a nuevas teorías explicativas.

Dentro de esta necesaria etapa de construcción de un nuevo modelo de profesor en ciencias, surge el rol de la instrucción y el papel de la didáctica de la ciencia que reclaman el mismo criterio evolucionista de la construcción del conocimiento. Se hace indispensable que *la teoría de la enseñanza considere la diversidad de modelos coexistentes y escuelas divergentes*, como parte de su propio desarrollo conceptual.

-Generar modelos didácticos que consideren el *aprendizaje y la enseñanza investigativa* (a modo de síntesis conceptual de los últimos veinte años) como motor de cambio conceptual metodológico y actitudinal en la enseñanza de nociones científicas.

- Necesidad en la formación del profesor de ciencias de *conocer y pensar* críticamente sobre el proceso y la construcción de teorías explicativas, adquiriendo criterios para la selección de contenidos, métodos y actitudes, y para establecer correlaciones entre *construcción de conocimientos y construcción de aprendizajes significativos*.

- Favorecer propuestas de formación de profesores que cuestionen el pensamiento y organización de sus teorías personales, en pos de *mobilizar el paradigma construido* sobre el conocimiento, su enseñanza y aprendizaje. Se asume de este modo, una concepción reflexiva e investigativa del profesor de ciencias, que requiere de un proceso gradual de transformación conceptual y metodológica de sus teorías.

- Posibilidad de confrontar los compromisos epistemológicos que sustentan el enseñar y el aprender ciencias, con las epistemologías personales construidas a lo largo

del ejercicio profesional. El abandono de algunos mitos sobre el quehacer del científico, requiere de un *pensamiento reflexivo-crítico-filosófico*, generalmente ausente en los procesos de formación.

- Asumir que los procesos de transformación educativa deben plantear una *dialéctica y tensión permanente* entre las epistemologías científicas, las personales y las que se derivan de las prácticas académicas.

El desafío está planteado. Tender a la recuperación y nueva significación de valores como la curiosidad, sorpresa, humildad intelectual, apertura mental, coraje y perseverancia pasan a ser una conjunción de falibilidad que intenta reemplazar las antiguas disposiciones de certeza, objetividad, autoridad y enciclopedismo.

Recuperar *el espacio que le corresponde ocupar al pensamiento*, debe ser el más profundo de los valores a construir en un futuro educativo.

"Cómo se concibe el conocimiento, cómo se ordena, qué papel se concede a su relación con la experiencia del que aprende, cuál es su trascendencia social y su relación con la vida cotidiana, cuál es su origen, cómo se valida, cómo evoluciona la ponderación de sus componentes, cómo se comprueba, su posición, etc., son aspectos cruciales sobre los que interrogarse en un modelo de enseñanza para analizar su especificidad" (Gimeno, 1988).

"¿Ayuda realmente el imaginar que existe alguna explicación objetiva, y verdades en la naturaleza, y que la medida apropiada de la investigación científica es la elongación con que nos acerca cada vez más a esa meta final?. Si podemos aprender a sustituir la evolución -hacia lo que deseamos conocer- por la evolución -a partir de lo que conocemos- muchos problemas difíciles desaparecerán en el proceso" (Kuhn, 1971).

"No se trata de oponer la experiencia vivida a la abstracción teórica, las ciencias sociales a las ciencias exactas, la reflexión filosófica a la teoría científica. Se trata de enriquecer a unas y otras haciendo que se comuniquen. Es preciso pues abrir una

brecha en las clausuras territoriales, renunciar a los exorcismos y las excomuniones, multiplicar intercambios y comunicaciones, para que todas estas andaduras hacia la complejidad de toda realidad (física, biológica, humana, sociológica, política) sean la realidad de la complejidad " (Morin, 1984).

"...Desarrollemos una nueva clase de conocimientos que sea humano, no porque una idea abstracta de humanidad, sino porque todo el mundo pueda participar en su construcción y cambio, y empleemos este conocimiento para resolver los dos problemas pendientes en la actualidad. el problema de la supervivencia y el problema de la paz; por un lado, la paz entre los humanos, y por otro, la paz entre los humanos y todo el conjunto de la naturaleza" (Feyerabend, 1984).

- BIBLIOGRAFIA

- . Alberts, B.; Bray, D.; Lewis, J.; Watson, J. 1994. Molecular Biology of the Cell. 3^r Edition. Garland Publishing, Inc. New York & London. Cap I: 4-39.
- . Astolfi, J. 1978. Les representations des enfants in *Revue Francaise de pedagogie*. N 45 Paris.
- . Ausubel, D. 1968. Educational Psychology. A cognitive view. Holt Rineheart and Winston, Inc: New York.
- . Ausubel, D. 1976. Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo. Mexico: Trillas.
- . Bachelard, G. 1948. La formación del espíritu científico. Buenos Aires: Argos.
- . Barton, L. 1994. A sociology of educating. 3^a Edic. Casell: London.
- . Bednarz, N. y Garnier, C. 1989. Construction des savoirs. Obstacles et conflits. Agence d'Arc: Ottawa.
- . Benlloch, M. 1984. Por un aprendizaje constructivista de las Ciencias. 4 (3): 253-258.
- . Bernal, J. 1967. Historia social de la ciencia. Barcelona: Península.
- . Berstein, A; Cowan, P. 1981 Childrens conception's of birth and sexuality. En Bibace y Walsh (eds) pp: 9-29.
- . Brown, J. 1989. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Research*, 8 (1): 32-42.
- . Brown y Zitsman (1994) How Science reflects reality. Rontledge: London.
- . Bruner, G (1988) Realidad mental y mundos posibles Gedisa: Barcelona.

- . Burnet, J. 1930 Early grek philosophy: trad. esp. La aurora del pensamiento griego. 1944.
- . Capelleti, A. 1988. Aristóteles y las teorías del Origen de la Vida. *Revista Latinoamericana de Filosofía*. Vol XIV.N 1.
- . Caramazza, A; Mc.Closkey, M.y Green, B.1981. Naive beliefs in "sophisticated" subjets: misconceptions about trajectories of objects, *Cognition*, Vol.9, pp117-123.
- . Carey, J. 1987 .Conceptual change in childhood. En B.Inhelder. Piaget today. Hove. LEA.
- . Carey, J. 1991. Knodweledge acquisition: enrichment or conceptual change?. En Carey and Gelman (Eds). The epigenesis of mind. Hillsdale N.Y. LEA.
- .Carretero, M; Madruga, J. 1984. Lecturas de psicología del pensamiento. Madrid.Visor.
- . Claxton, G. 1984. Live and learn.An introduction to the psicology of growth and change in everyday life. London : Harpers & Row Publishers.
- . Claxton,G. 1987. Teaching and adquising scientific knowledge. En Keen,R. y Pope (Eds): *Kelly in the classroom: Educational applications of personal construct psychology*. Cybersystems: Montreal.
- . Claparede, E. 1932 La decouverte de L'hypothese. Journal de psychologie normale et pathologique. Alcan.
- . Clement, J. 1982 Student's preconceptions in introductory mechanisms. *American Journal of physics*, 10:66-71.

- . Clement, P (1991). *Sur la persistance d'une conception: la tuyauterie continue digestion-excretion.* *Aster*, 13, 133-155.
- . Cohen, I.B. 1989. Revolución en la ciencia. Barcelona Gedisa.
- . Cowan, P. y Berstein, A. 1975. Childrens concepts of how people get babies. *Child development*, 46: 77-91.
- . Crombie, A. 1959. Historia de la Ciencia de San Agustín a Galileo, I y II Siglos V-XIII-XVII. Ed. Alianza Universitaria.
- . Crombie, A (1993) Historia de la Ciencia de San Agustín a Galileo, I y II Siglos V-XIII-XVII. 6ªEd. Alianza Universitaria.
- . Curtis, A. 1985 Biología. Ed. Panamericana. Bs As. Cap. 4: 101-111.
- . Chalmers, A.F. 1982. Qué es esa cosa llamada ciencia?. Madrid Siglo XXI España Editores.
- . Dampier, W. 1989. Historia de la Ciencia. Ed. Eudeba.
- . Darwin, Ch. 1859. The origin of species. Capítulo IV, Natural Selection.
- . Desguin y Dauviller (1939), en Historia General de las Ciencias. Vol III. La ciencia Contemporánea. René Taton. Edic. Orbis S.A (1988)
- . Driver, R. 1978 Pupils and paradigmas: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Stud.Sci Education* 5: 61-84.
- . Driver R., Guesne, J. y Tiberghien A. 1985 Childrens ideas in Science. Milton Keynes. Open University Press.
- . Driver, R (1986) Psicología Cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Ens.de las Ciencias.* Vol IV. 1,3-15

- . Driver, R; Guesne, J(1989) Las ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Morata/Mec: Madrid.
- . Ducasse, J. 1985. Historia de las técnicas. Edit. Eudeba.
- . Durán Casas, V. 1992. La filosofía trascendental al interior de la Biología. Universitas Philosophica 1992, N°19, Año 10.
- . Eliade, M. 1981. Lo sagrado y lo profano. Guadarrama Madrid.
- . Erickson, G. 1979. Childrens conceptions of heat and temperature. Sci.Education. 63: 221-230.
- . Enger, E; Kormelink, J. y Smith, R. 1994. Concepts in Biology. 7ªEdition. Wn.C.Brown Publishers. Cap.22: 352-362.
- . Feyerabend, 1975. Tratado contra el método. Madrid: Tecno.
- . Feyerabend 1984. Adiós a la razón. Madrid: Tecno.
- . Flanders, D. 1993. Theory and conceptos in qualitative research. New York: Teachers Collage Columbia University.
- . Frankfort, H.; Wilson, J. 1954. El pensamiento prefilosófico I. Fondo de cultura Económica. México.
- . Frazer, J. y R. Brown 1986. Estructura y función en las sociedades primitivas. Ed. Planeta Agostini.
- . Gagliardi, R. 1986. La historia de la Ciencia: una herramienta para la enseñanza. Enseñanza de las Ciencias. Madrid Visor.

- . García Molina y Aguilera, A. 1985. Y la tierra palpité. El origen de la Vida. Ed Hermann Blume Madrid.
- . Geymonat, L. 1957. Galileo Galilei. Turin: Einaudi Trad. cast. Capella R: Galileo Galilei Barcelona: Península 1986.
- . Gilbert y Watts, J. 1983. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in Science Education. Studies in Science Education, 10: 61-98.
- . Gimeno Sacristán, J. 1988. El currículum: una reflexión sobre la práctica. Morata: madrid.
- . Giordan, G. 1980. Une pédagogie pour les sciences eperimentales. Paris: Centurion.
- . Giordán, G (1985). La enseñanza de las Ciencias. 2ª Edic. Siglo XXI. España: Edit.
- . Giordan y De Vecchi 1988. Los orígenes del Saber. Sevilla: Diada.
- . Guesne, E. 1983. Misconceptions in Science and mathematics. Cornell University, Ithaca N.Y. USA..
- . Guidoni, J. 1985. On natural thinking. *European Journal of Science Education* 7(2) pp 133-140.
- . Gunstone, R. 1989. A comment on the problem of terminology in the study of student conceptions in science, *Science Education*, Vol. 73(6), pp.643-647.
- . Guyenot, E. 1956 Las ciencias de la vida en los siglos XVII y XVIII. El concepto de Evolución. Edit. Hispanoamericana: Mexico.
- . Habermas, J. 1968. Technik and Wisseuschaft als Ideologie. Frankfurt am Maira Kuhrkamp Verlag. Trad. Cart. Ciencia y Técnica como Ideología. Madrid: Tecnos. (1982).

- . Habermas, J. 1987. Teoría de la acción comunicativa I: Racionalidad de la acción y racionalización social. Madrid: Taurus.
- . Haldane, J. 1956. Time in Biology. *Science progress*, 44: 385-402.
- . Hanson, C. 1994. Information, language and cognition, Oxford University Press. New York.
- . Hewson, P. y Hewson, H. 1984. The role of conceptual conflict in conceptual change of science instruction. *Instructional Science* 13.
- . Hodson, D. 1988. Filosofía de la ciencia y educación científica. En Porlan, García y Cañal. Constructivismo y Enseñanza de las ciencias. Sevilla: Díada.
- . Hooykaas, R. 1972. Religion and the rise of modern science. Scottish Academic Press: Edinburgo.
- . Irwin, W. y Frankfort, H. 1954 El pensamiento prefilosófico II. Fondo de Cultura económica. México.
- . Jiménez Gómez, E y Solano, M. 1994. Problemas de terminología en estudios realizados acerca de lo que el alumno sabe sobre ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 235-245.
- . Kamii y De Vries 1978 Piaget for early education. Boston Allyn y Bacon.
- . Kant, I. 1781 Kritik der reinen vermunft. Trad. cast. de J Roivira: Critica de la razón pura. Bs. As. Losada, 1960.
- . Kragh, H. 1989 Introducción a la Historia de la ciencia. Edit. Crítica Barcelona.
- . Kelly, G. 1955 The psychology of personal constructos. New York: W. Norton and Co.

- . Kelly, P. 1978. What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics, *Journal of Biological Education*, Vol. 12(1), pp 7-15.
- . Kierkegaard, S. 1966 The concept of irony. Londres N. York.
- . Kitchner, R. 1987. Genétic epistemology, equilibration and the rationality of scientific change. *Stud.Hist. Phil.Sci.* 18: 339-366.
- . Klimosky, G. 1985. Estructura y validez de las teorías científicas. En Nociones de Epistemología. Bs. As. Eudeba.
- . Klimosky, G. 1994. Las desventuras del conocimiento científico. Introducción a la Epistemología. A.Z. Editora.
- . Koyré, A. 1965. Newtonian Studies Londres: Chapman & Hall.
- . Koyré, A. 1973. Estudios de historia del pensamiento científico. Madrid: Siglo XXI.
- . Kragh, H. 1989. Introducción a la Historia de la ciencia. Edit. Crítica Barcelona.
- . Kuhn, T. 1971 La estructura de las revoluciones científicas. Madrid: Fondo de cultura Económica.
- . Kuhn, D. 1976. The development of children's comprehension of causal direction. *Child development*. 47: 248-251.
- . Kuhn, T. 1977. The essential tension. Selected studies. Chicago University of Chicago Press.
- . Lakatos, I. 1978. La metodología de los Programas de Investigación científica. Madrid: Alianza Universidad.
- . Lakatos, I. 1982. Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales. Tecno: Madrid.

- . Laudan, L. 1986 El progreso y sus problemas. Madrid: Encuentros.
- . Levi-Strauss. 1975. El pensamiento salvaje. FCE. México.
- . Leibnitz, L. 1704. Nouveaux essais sur l'entendement humanin. En: Los orígenes del saber. Giordan A y Vecchi, 1988.
- . Locke, L. 1690 Essai sur l'entendement humanin. Citado en Los orígenes del saber. Giordan y Vecchi. (1988.)
- . Lorenz, K. 1974. Evolución y modificación de conducta. 3ª Edic. Siglo XXI: Mexico.
- . Lorenz, K; Wuketis. 1984. La evolución del pensamiento. Edit. Argos Vergara.
- . Maliandi, R. 1990. Ética, conceptos y problemas. Biblos. Bs. As.
- . Malinowski, B. 1963. Estudios de Psicología primitiva. Paidós Bs. As.
- . Malinowski, B. 1986. Magia, Ciencia y religión. Ed. Planeta. Agostini.
- . Mari, E. 1993. Papeles de filosofía. Biblos Bs. As.
- . Martinand, J. 1986. Connaitre et transformer la matière. Peter Lang: Berna.
- . Martinez, C (1990). La comprensión infantil de la enfermedad. Edit. Antrogos. Barcelona.
- . Mayr, E. 1970. Population species and evolution. Cambridge Mass.
- . Mellano, V. y D. Carracedo. 1993. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias 11: 331-339.

- . Morales, M. y A. Rivarossa. 1987. Representación y Simbolización, pp: 43-65. Edit. Encuentros Bs. As.
- . Morín, E. 1986. El método. El conocimiento del conocimiento. Madrid: Catedra
- . Morín, E. 1994. Introducción al pensamiento complejo. Gedisa: Barcelona.
- . Norman, D. 1982. Learning and memory. New York: W.H. Freeman and Company.
- . Novak, J. 1977. Teoría y Práctica de la Educación. Madrid" Alianza Editorial.
- . Novak, J. 1988. Constructivismo humano: un consenso emergente. Enseñanza de las Ciencias. 6: 213-223.
- . Nussbaum, J. y J. Novak. 1976. An assesmente of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. Sci.Educ. 60: 535-550.
- . Nussbaum, J. 1979. Childrens conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study. Sci.Educ. 63: 83-93
- . Nussbaum, J. 1982. Alternative frameworks conceptual conflict and accomodation: toward a principled teaching strategy. *Instructional Science* 11, 183-200.
- . Ochoa , D. y Rainero, M. 1994. Algunas consideraciones sobre la conceptualización de la noción de reproducción humana en niños y adolescentes. *Memorias II Jornadas de Ensenanza de la Biología* 147-160.
- . Oeser, E. 1984. Gnoseología Evolutiva y Filogenia del conocimiento y pensamiento humano. En Evolución del Pensamiento. K.Lorenz .Edit. Vergara Argos.
- . Oparín, A. 1979 El origen de la vida. Fondo Editorial Sudamericana. Bogotá.
- . Osborne, R. y Wittrock, M. 1983. Learning Sciencia: a generative process. Science Education. 67,489-508.

- . Piaget, J. 1937 La construcción de real chez l'enfant. Neuchatel:Delachaux et Niestlé.
- . Piaget, J. 1950 Aprendissage et connaissance. Paris: PUF
- . Piaget, J. 1955 Psicología y Epistemología Genética. en El método clínico y la investigación en psicología del niño. Edit. Proteo 1970
- . Piaget, J. 1972 Las explicaciones causales. Barcelona: Barral.
- . Piaget, J. 1973 La representación del mundo en el niño. Madrid: Morata.
- . Piaget, J. 1974 Historie et développement de la causalité. Raison presente, 30: 5-20.
- . Piaget, J. y García, R. 1981. Psicogénesis e historia de la ciencia. México. Siglo XXI.
- . Pope, M. y J. Gilbert 1967 Personal experience and the construction of knowledge in Science. Science Education 193-203.
- . Popper, K. 1967 La lógica de la investigación científica. Madrid: Tecnos.
- . Pope, M. y J. Gilbert 1983 La experiencia personal y la construcción del conocimiento en ciencias. En Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias. Sevilla: Díada.
- . Porlan, R. 1985. Estudio de las representaciones mentales sobre germinación, desarrollo y alimentación de las plantas (niños de 6 de EGB). Actas I Congreso Internacional en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Barcelona.
- Porlan, R.; García, J. y Cañal, P. 1988. Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias. Sevilla: Díada.
- . Porlan, R. 1990. Del pensamiento a la investigación. Cuadernos de Pedagogía, 161: 22-24.

- . Porlan, R. 1992. El currículo en acción. En autores varios. Teoría y práctica del currículo. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia.
- . Porlan, R. 1993. Constructivismo y Escuela. Díada Editora.: Sevilla.
- . Porlan, R (comp 1995) Constructivismo y enseñanza de las Ciencias. Díada: Sevilla.
- . Posner, G.; Strike, K.; Hewson y W. Gertzog 1982. Accomodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. En Science Education. 66: 221-227.
- . Pozo, J. 1987. Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. Qué cambia en la enseñanza de las ciencias? Infancia y Aprendizaje, 34, 23-41.
- . Pozo, J. 1989 Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Aprendizaje Visor: Madrid.
- . Raggoff, B. 1990. Aprendices del pensamiento. Barcelona: Paidós.
- . Rivarossa, A. 1994. La estructuración del pensamiento mítico en las explicaciones sobre el origen. Monografía Teoría del Conocimiento. UNRC.
- . Rivarossa, A. y L. Rondini 1994. Los cambios conceptuales en adolescentes: construyendo nociones de genética. Revista memorias. Fac. Ciencias UNC.
- . Rivarossa, A. 1996. La reflexión epistemológica: una dimensión de análisis en la formación del profesor. Conferencia I Congreso Internacional de Formación de Profesores Actas de Publicación. UNL: Santa Fe.
- . Russell, B. 1912. On the notion of cause. En Mysticirus and logic. Londres: Allen & Unwin. Trad. cast. J Rovira: Conocimiento y causa. Bs.As. Paidós (1975)

- . Sastre , G. y Moreno, M. 1987. Aprendizaje y Desarrollo Intelectual 2ª Edic. Gedisa: Barcelona.
- . Smith, C .1977. El problema de la vida. Ensayo sobre los orígenes del pensamiento biológico. Alianza Editorial. Madrid.
- . Shuster, F. 1985. Los límites de la objetividad en ciencias sociales. Comp. Nociones de Epistemología. Eudeba. Bs. As.
- . Strawson, P. 1975. Los límites del sentido: ensayo sobre la crítica de la razón pura de Kant. Rev de Occidente: Madrid.
- . Thiberghien, A. 1980. Modes and conditions of learning. en Archenhold, W.; Driver, R. (Eds) *Cognitive development research in science and mathematics.* University of Leeds. Leeds.
- . Thullier, P. 1992. Las pasiones del conocimiento. Madrid. Alianza.
- . Toulmin, S. 1966. Intellectual values and the future. En Knowledge among men. Recop. H. Oeser. New York.
- . Toulmin, S. 1970. Razones y causas. En N. Chomsky Cambridge: University Press.
- . Toulmin, S. 1973. La comprensión humana I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Alianza Editorial.
- . Toulmin, S. 1982. La explicación en las Ciencias de la Conducta. Alianza: Madrid.
- . Vega, M. 1984. Introducción a la Psicología Cognitiva. Madrid Alianza Editorial.
- . Viennot, L. 1979. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. European Journal of Science Education, 1: 205-211.
- . Vigotski, L. 1978. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Grijalbo.

02024

- . Villoro, L. 1982. Creer, saber, conocer. Siglo XXI Editores México: Mexico.
- . Vollmer, G. 1975. Evolutionare Erkenntnistheorie. Stuttgart. En Lorenz, K. 1984 Edit. Argos.
- . Vosniadow, S. y W. Bremer 1982 Theories of knowdeledge restructuring in development. Review of educational research. 57: 51-67
- . Wallon, H. 1965. Problemas de teoría psicológica. Protea: Bs.As.
- . Wilson, B. 1951. La religión en la sociedad. Labor: Barcelona.
- . Wittgenstein, L. 1953. Philosophical investigations. Oxford.
- . Young, R.M. 1971. Evolutionary biology and Ideology: then and now. Sciences studies 1: 177-206.



A handwritten signature in black ink, appearing to be "P. R. ...".

U.N.R.C.
Biblioteca Central

45020



45020