

MÓDULO N°1:

## **EL MÉTODO CIENTÍFICO** **Aplicado a las Ciencias de la Educación.**

### **Objetivos de la Unidad**

**En el transcurso de la presente Unidad de Aprendizaje, los estudiantes deberán estar en condiciones de exhibir las siguientes habilidades y competencias:**

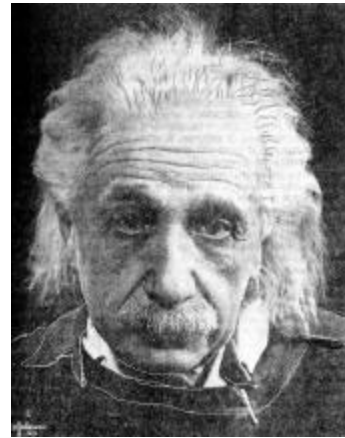
1. *Establecer a lo menos cinco características de la concepción de ciencia como un pensamiento progresivo.*
2. *Explicar la “bidimensionalidad” de las ciencias en su calidad de producto y proceso en forma simultánea.*
3. *Reconocer los aportes valóricos del trabajo científico en la formación docente.*
4. *Distinguir cinco formas de adquirir conocimiento empleados por la humanidad, estableciendo sus posibilidades y limitaciones.*
5. *Explicar el valor de los **modelos** en ciencia en la construcción de esquemas explicatorios de los fenómenos naturales.*
6. *Proponer ejemplos de diferentes modelos científicos para diversas disciplinas científicas.*
7. *Aplicar el Modelo Geométrico de la Investigación Científica para analizar cualquier ejemplo clásico de descubrimientos notables, especialmente en casos relacionados con la educación y el aprendizaje escolar.*
8. *Demostrar como se validan las **teorías** en las ciencias de la conducta y su función explicatoria de la **realidad social**, haciendo uso de un modelo de interacción entre ambos constructos.*
9. *Distinguir las diferencias notables entre **conceptos** y **definiciones** para la orientación y observación del aprendizaje escolar.*
10. *Proponer o dar ejemplos de diferentes **indicadores** para medir el comportamiento de las **variables** que interesa estudiar en un determinado problema.*
11. *Diferenciar a las **ciencias básicas** de las áreas tecnológicas, teniendo en consideración sus fines y procedimientos.*

*“Ciencia es el intento de hacer que la caótica diversidad que hay en nuestra experiencia sensorial corresponda con un sistema de pensamiento que presente uniformidades lógicas”.*

*Albert Einstein 1940*

*“En las ciencias, el pensamiento es progresivo: sus etapas más recientes corrigen a las anteriores e incluyen a las verdades que persisten de estas etapas iniciales”.*

*Reporte del Comité de Harvard 1945*

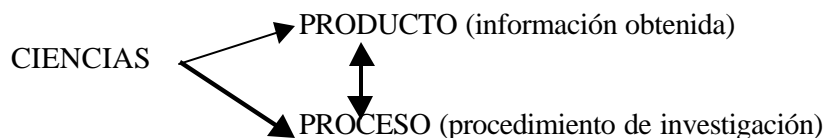


## I. - Una definición de ciencias

Es un conjunto de conocimientos racionales, ciertos o probables, obtenidos metódicamente, sistematizados, verificable, que hacen referencia a objetos de una misma naturaleza. (Actividad N°1)<sup>1</sup>

**Comentarios.-** Hay muchas definiciones de ciencias, elegimos ésta. Se destacan seis cualidades de las ciencias. Se puede apreciar que no hay ciencia en los hechos aislados, el conocimiento es ordenado y su lógica está avalada por la capacidad de ser verificado. Los procedimientos de comprobación, (relacionados con el método científico) forman parte del conocimiento mismo. El conocimiento es acumulativo y la teoría generaliza hacia conjuntos de categorías similares.

**La relación de bidimensión de las ciencias .-** Se dice que la ciencia es producto y proceso a la vez, esquematizado como sigue:



Las ciencias pueden ser vistas desde dos ángulos diferentes, que aparentemente son contrapuestos:

**1º. Las ciencias como un almacén de datos.** El volumen de información que se acumula producto de la investigación es tal, que ha obligado a la especialización por áreas. Así por ejemplo, la Psicología se ha ido subdividiendo en: psicología del aprendizaje, ps. del aprendizaje escolar (que no es lo mismo), ps. del desarrollo, trastornos del aprendizaje, psicopedagogía, etc.; por mencionar solamente a los aspectos de la psicología ligados con la educación. Este almacén de datos básicamente tiene dos vías de utilización:

- ❖ Aplicaciones de carácter cultural y tecnológico en una sociedad moderna altamente influenciada por la ciencia.
- ❖ Como base de sustentación para las nuevas investigaciones.

<sup>1</sup> **Actividad N°1.** Interpreta a tu modo cada una de las 6 cualidades que incluye la definición.

**2º. La ciencia como método para solucionar problemas.** El progreso de la ciencia está estrechamente ligado a los hallazgos que los científicos encuentren. Es un hecho conocido que los problemas científicos no se inventan; sino que se descubren a partir de observaciones que algún investigador perspicaz encuentra en una situación problemática que no presenta una explicación coherente con las teorías existentes (o el conocimiento actual).

El camino que cualquier investigador lleva adelante para resolver el problema que le preocupa, se denomina **El método científico**. Actualmente, no es posible imaginar una ciencia (fáctica) sin la aplicación del método científico (Actividad N°2)<sup>2</sup>.

A pesar que cada ciencia en particular utiliza sus propios instrumentos y técnicas específicas, es posible encontrar una lógica o patrón de razonamiento común. Lo mismo se puede decir para cada investigación en particular, que no pueden ser simples aplicaciones mecánicas de un método general; en cada investigación está presente la imaginación, la creatividad y la originalidad de los investigadores. Cada investigación es diferente; aun más;

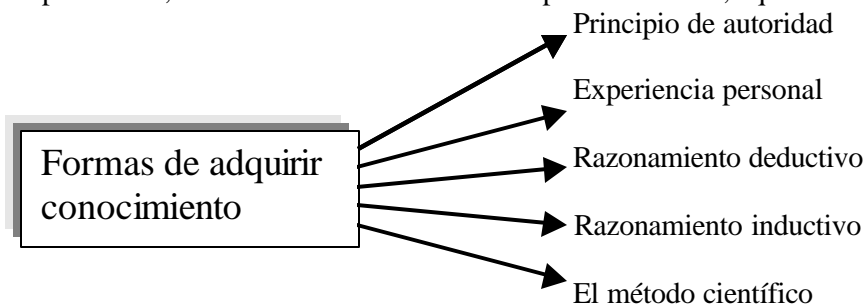
*Los descubrimientos más espectaculares de las ciencias, los que han roto los esquemas de pensamiento del sentido común, generalmente también han sido sorprendentemente novedosos en sus procedimientos y el camino recorrido en busca de la verdad, sin embargo el espíritu que los inspira tiene un sello en común.*

Sólo se acepta el nuevo conocimiento, cuando el investigador indica claramente el camino recorrido para obtener su descubrimiento, de modo que otros puedan reproducir y verificar las observaciones y evidencias obtenidas.

Muchas veces, los nuevos conocimientos son el punto de partida para nuevas investigaciones que pretenden ir más allá en dicho sector. En otras ocasiones son las técnicas y herramientas diseñadas exitosamente las que se imitan o modifican para aplicarlas en diferentes ámbitos. Por esta razón se afirma que los procedimientos científicos forman parte del conocimiento mismo.

## 2. – Las principales formas de acumular información.

El ser humano se caracteriza por su curiosidad que lo lleva a una constante búsqueda de la comprensión del mundo que lo rodea y de su propia naturaleza. Desde la antigüedad, para resolver sus problemas, ha utilizado diversas fuentes o procedimientos, aquí destacamos cinco:



<sup>2</sup> **Actividad N°2.** De acuerdo con lo que se sabe hasta aquí, confecciona dos listas de disciplinas o saberes; una que sean ciencias y la otra que pertenezcan a otras áreas (10 para cada una).

- a) **El principio de autoridad.**- En las civilizaciones primitivas se consultaba al hechicero, a los ancianos o al jefe de la tribu. Cuando éramos niños consultábamos a nuestros padres. El hombre moderno también consulta a una autoridad: profesores, abogados, médicos o lo que dicen algunos libros. De esta manera se ahorra tiempo y esfuerzos, pero hay que saber elegir dichas autoridades y evaluar sus dictámenes críticamente. Las tradiciones, la iglesia, el Estado y los antiguos sabios son ejemplos de este tipo de fuente.
- b) **La experiencia personal.**- Buena parte de nuestro aprendizaje en la vida es por esta vía; es un método simple y útil, sin embargo, con frecuencia se cometen errores sobre lo que se aprende por observación o por “ensayo y error”. Por ejemplo: extraer conclusiones sin contar con suficientes pruebas u omitir pruebas contrarias a las opiniones propias. Sin contar que éste es un camino lento y no planificado. (Actividad N°3) <sup>3</sup>
- c) **La deducción** - Este método ya era aplicado por los antiguos griegos. Aristóteles estableció las reglas fundamentales para llegar a deducir conclusiones que necesariamente derivan de otras. El principio fundamental de este razonamiento, radica en que las conclusiones a que se llega son situaciones particulares a partir de un principio o generalización más amplio desde donde se parte. Naturalmente, estas conclusiones sólo serán verdaderas si la generalización que las sustenta, también es verdadera. (Actividad N°) <sup>4</sup>.
- d) **La inducción.**- Surgió como un recurso natural para complementar el procedimiento anterior; puesto que es el camino inverso. El “investigador” parte de la observación de casos concretos y procura establecer una relación general o conclusión que ligue a los casos particulares.

En este tipo de razonamiento hay más riesgos que en el razonamiento deductivo; la conclusión es insegura, fácilmente puede ser errónea o parcialmente correcta; pero, la probabilidad que dicha generalización sea correcta mejora cuando el número de observaciones aumenta. **La mayoría de las hipótesis científicas, exitosas o no, han surgido por razonamiento inductivo.**

- e) **El método científico.**- Al inicio del siglo XVII, Francis Bacon primero, Galileo y posteriormente Newton sembraron las bases de la investigación empírica moderna, sustituyendo la deducción y el pensamiento especulativo por la observación directa de los hechos, siguiendo planes racionales en la búsqueda de evidencias que sustentaran sus hipótesis de trabajo, para alcanzar un conocimiento más seguro y confiable.



John Dewey (1910) en su obra “How We Think” establece cinco pasos en **el pensamiento reflexivo** (que ahora se asocia y describe como **actitud científica**):

- 1º. Percepción de una dificultad
- 2º. Identificación y definición de la dificultad
- 3º. Soluciones propuestas para el problema: la hipótesis.
- 4º. Dedución de las consecuencias de las soluciones propuestas.
- 5º. Verificación de las hipótesis mediante la acción

<sup>3</sup> **Actividad N°3.** ¿Qué otras características, positivas o negativas, podrías agregar a estos dos primeros procedimientos?

<sup>4</sup> **Actividad N°4.** Después de clases, indaga en el Manual de D. B. Van Dalen o en un texto de Lógica o Diccionarios de Filosofía las características del razonamiento deductivo.

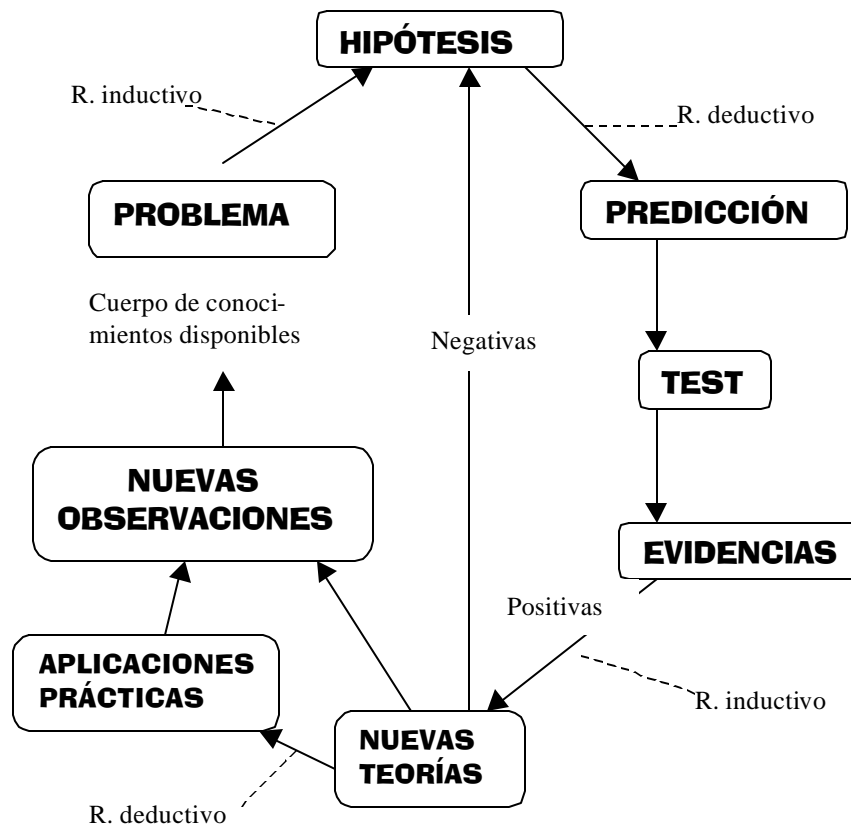
### 3. Modelo para el funcionamiento del Método Científico

**Origen del concepto.**- *Un modelo en ciencias es una proposición conceptual que tiene por función primordial la comprensión de un conjunto de fenómenos naturales y hacerles predecibles.*

El primero que usó este término fue Niels Bohr en 1913 (físico danés y Premio Nobel en 1922), al proponer un modelo de átomo para explicar la estructura atómica, luego el concepto se generalizó hacia otros campos. Cuando un modelo científico permite hacer muchas predicciones acertadas (como el caso del modelo atómico), se espera intuitivamente una correspondencia estrecha entre el modelo y “la cosa que está ahí”.

Marshall Walker <sup>5</sup> afirma que la finalidad de la ciencia es la predicción de acontecimientos, bajo ciertas condiciones, y el procedimiento consiste en la construcción y el uso de **modelos conceptuales**. En otras palabras, el propósito final de las Ciencias es la supervivencia del hombre (note el carácter valórico que Walker le asignó a la ciencia y a la actitud científica)(Actividad N°5) <sup>6</sup>

#### Un Modelo Geométrico del Método Científico



<sup>5</sup> Marshall Walker "El pensamiento científico". P. 23-24 Ed. Grijalbo, Madrid 1968.

<sup>6</sup> **Actividad N°5.** Discuta con su grupo si está de acuerdo con esta connotación valórica y humanística de las Ciencias y apóyese en un ejemplo y un contraejemplo.

### **Tipos de modelos :**

- M. conceptual. Corresponde a la imagen mental que se tiene sobre el prototipo.
- M. cortical. El modelo se guarda en los almacenes de memoria de la corteza cerebral.
- M. verbal. Es la forma como se describe oralmente el modelo
- M. postulativo. Modelo propuesto en forma intuitiva o supuesta que requiere su validación testando las predicciones que surgen de él.
- M. geométrico. Modelo abstracto que se representa por diagramas.
- M. icónico. Que tiene representación material (ej. Maquetas). Estos modelos incluyen partes de las que carece el prototipo y excluyen otras que se sabe pertenecen al prototipo (ej. Un globo terráqueo).
- M. mecánico. Es icónico, pero además tiene mecanismos y funciona.
- M. matemático. Si la fórmula predice con exactitud, no hay necesidad de interpretaciones o visualizaciones del proceso descrito por la ecuación.

**Comentarios referentes al modelo** .- El diagrama muestra que la investigación es recurrente; no tiene fin. De todas maneras, para analizarlo necesitamos tomar un punto de partida y comenzaremos por **el problema**.

- **El problema** Los problemas no se inventan, entonces ¿Cómo surgen? Se requiere un observador perspicaz que detecte una incongruencia entre lo observado con las teorías y modelos vigentes. Entonces los problemas se descubren.

Einstein afirmaba que lo más importante en la investigación era **DESCUBRIR UN BUEN PROBLEMA**. Parece sorprendente esta afirmación; cualquier persona habría dicho que lo más importante era encontrar la solución al problema (Actividad N°6) <sup>7</sup>. Cuando un observador científico encuentra ciertos fenómenos que no tienen una explicación coherente con la información disponible (marco conceptual), se ha encontrado con un problema. Ahora tiene que precisarlo en lo posible como una pregunta.

- **La hipótesis**. - “Es una tentativa de explicación o conjetura verosímil, que debe ser sometida a prueba por los hechos que pretende explicar”. “Es una proposición que puede ser puesta a prueba para determinar su validez”. Las hipótesis pueden ser contrarias al sentido común, o bien estar de acuerdo con él, así como darse el caso de que sea correcta o incorrecta. De todos modos siempre debe conducir a pruebas empíricas. Cuando se tiene una buena hipótesis (relación con un buen problema) se dispone de un camino claro para investigar. Normalmente, las hipótesis se formulan mediante el razonamiento inductivo.
- **Las predicciones**. - Corresponden a hechos particulares que se deducen como consecuencias de cierta hipótesis. Una hipótesis es “fructífera”, cuando permite obtener por razonamiento deductivo numerosas predicciones. Cada predicción correctamente formulada debe permitir su comprobación; observando que se cumplan los hechos que ella ha anticipado. A diferencia de la hipótesis una predicción se debe comprobar o falsear en forma directa.
- **El test o prueba**. - Es el procedimiento de observación o experimento necesario para comprobar la predicción respectiva. Un test bien formulado, simplemente debe ejecutar lo que la predicción anticipó, estableciendo las condiciones apropiadas para resolver si dicha predicción era falsa o verdadera, sin dudas ni opciones intermedias.

---

<sup>7</sup> **Actividad N°6**. Intenta encontrar tres características que debe tener un problema científico para ser considerado “un buen problema”

- **Las evidencias.** - Corresponden a los resultados tangibles que quedan del test aplicado. Si todas las evidencias acumuladas para una serie de predicciones son positivas, termina por aceptarse la hipótesis que se investiga. Si alguna evidencia es negativa se hace necesario revisar si el test está bien ejecutado – o la predicción está incorrectamente formulada – o simplemente se demuestra que la hipótesis resultó ser falsa porque una predicción no se cumplió. Note que todas las predicciones deben cumplirse; de otro modo la hipótesis resulta insatisfactoria.
- **La nueva teoría.** - Cuando finalmente se acepta la validez de una hipótesis, ésta constituye la base de una nueva teoría que puede considerar nuevos modelos. Partiendo de esta nueva teoría inexorablemente surgirán diversas aplicaciones prácticas mediante el razonamiento deductivo. La tecnología científica se desarrolla preferentemente en esta etapa, creando productos y procesos industriales, farmacéuticos, educacionales, etc.



- **Nuevas observaciones.** - La aplicación de la nueva teoría a la realidad permite dar interpretaciones más ajustadas a los hechos que se van observando. Si algún observador agudo encuentra que ciertos hechos ya no encajan con la teoría o el modelo explicatorio y su interpretación no funciona para ellos, entonces tenemos una nueva situación problemática que habría que resolver.

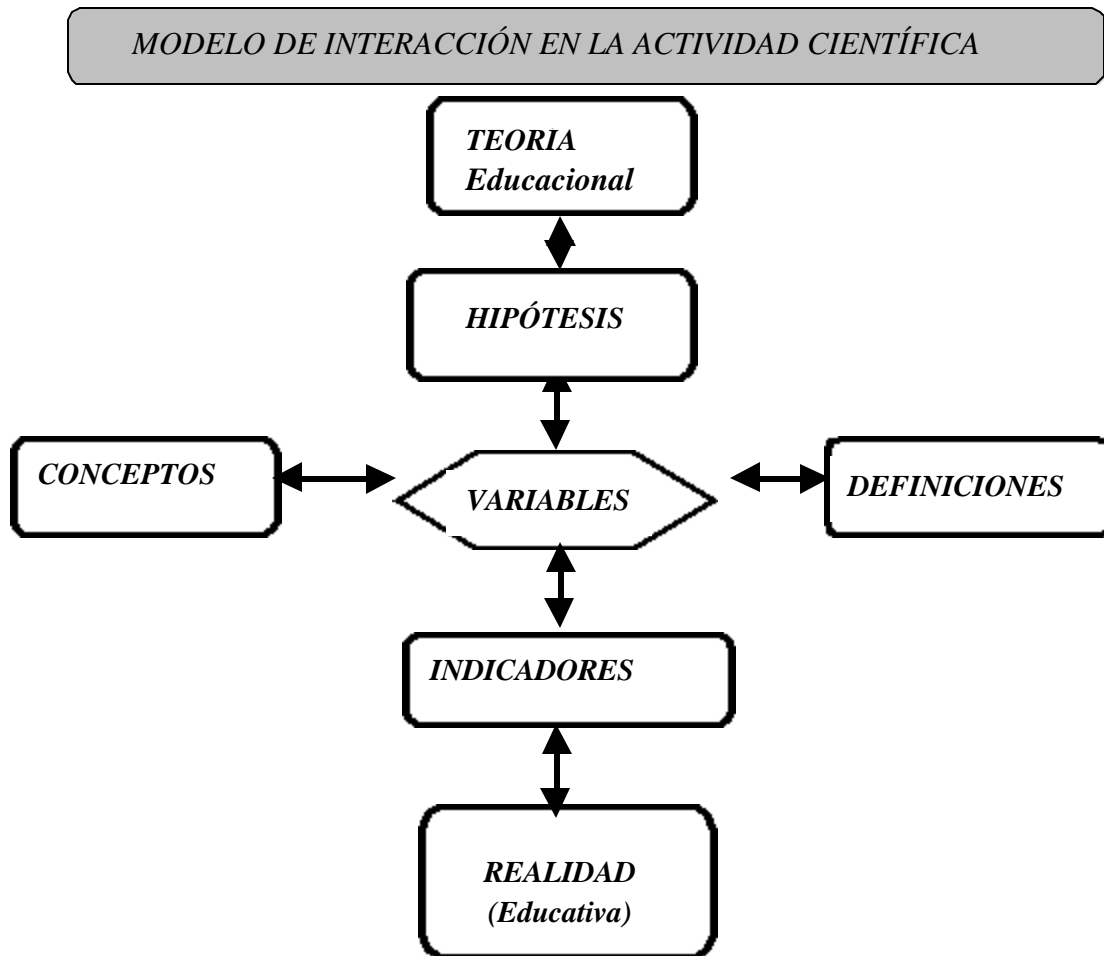
Ahora habría que revisar la teoría cuestionada y buscar nuevas explicaciones. Así, en forma muy esquemática tenemos una aproximación general a cómo ocurre la investigación científica

- **Las aplicaciones prácticas.** - Invariablemente después de algún tiempo, van surgiendo productos y procesos tecnológicos a partir de los nuevos descubrimientos científicos. En la época actual, con el avance de las comunicaciones estos procesos y aplicaciones empiezan a aparecer en plazos cada vez más cortos.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> **Actividad N°7.** Solicita a tu profesor que te ilustre algún descubrimiento en las ciencias de la conducta. A continuación, analiza dicha investigación, aplicando el Modelo Geométrico del Método Científico.

#### 4. – Interrelación entre la Teoría y la Realidad

El científico observa fenómenos de la realidad que le llaman la atención y busca establecer relaciones o explicaciones generales de por qué y cómo dichos fenómenos ocurren, o bien a la inversa, partiendo de teorías científicas establecidas, aplica estos principios generales para explicar la ocurrencia de hechos particulares (En nuestro caso a situaciones educativas).



Para Bisquerra<sup>9</sup>, “Una teoría es un sistema que sirve para explicar un conjunto de fenómenos, mediante la especificación de constructos y las leyes que los relacionan” Para Kerlinger<sup>10</sup> “La teoría es un conjunto de construcciones hipotéticas (conceptos), definiciones, y proposiciones interrelacionadas entre sí, que ofrecen un punto de vista sistemático de los fenómenos, al especificar las relaciones existentes entre variables, con el objeto de explicar y predecir los acontecimientos”. Por otra parte, las teorías científicas se construyen sobre la base de un sistema conceptual, que procura ser preciso y riguroso, a fin que su comunicación no produzca confusiones.

Para transitar entre estos dos extremos (la teoría y la realidad), están *las hipótesis, las va-*

<sup>9</sup> Rafael Bisquerra. “Métodos de Investigación Educativa” pp. 40 Edit. CEAC. México 1989.

<sup>10</sup> Fred Kerlinger. “Investigación del comportamiento” Edit. Interamericana. México 1985.



riables y los indicadores, tal como se ilustra en esta página.

**Conceptos y variables.** - Por conceptos se puede decir que corresponden a las ideas que vamos construyendo para comprender las cosas y fenómenos del entorno; en consecuencia estos conceptos presentan las siguientes características:

- ❖ Son personales; el mismo concepto difiere para cada persona.
- ❖ Van cambiando a medida que se enriquece nuestra experiencia.
- ❖ Para juzgar si un estudiante tiene un determinado concepto hay que observar como lo usa. Por ejemplo: “Dibuje un ángulo agudo” (sabe o no sabe hacerlo). O bien, “pásame el formón” (implica saber identificarlo solamente).
- ❖ El dominio de un concepto no exige que se lo defina, sino que se aplique correctamente; muchos conceptos no son verbales (como los ejemplos anteriores).
- ❖ Las definiciones corresponden a procesos intelectuales más complejo que la aplicación de un concepto (Actividad N°8) <sup>11</sup>.

*Los conceptos científicos* relacionados con los *hechos* que se observan y que de alguna manera tienden a medirse, requieren ser precisados. De aquí surge la necesidad de las *definiciones*; puesto que no es posible medir con exactitud lo que no se tiene claro. Los conceptos abstractos, que se construyen para clarificar teorías y principios científicos, reciben el nombre de *constructos*. Ejemplos de constructos: inteligencia, actitud científica, aptitud musical, cociente intelectual (C.I.), retraso pedagógico, prerrequisitos, tareas de aprendizaje, etc.

**Una variable** es una característica de los seres vivos o de las cosas que puede presentarse en diferente magnitud, como la edad, la inteligencia y el rendimiento académico, o bien, el color y la dureza de los metales. Por lo tanto, si son propiedades variables se les puede asignar diferentes valores numéricos.

Existen otras propiedades que son comunes para cierta categoría, las personas por ejemplo tienen una nariz y dos ojos. En este caso, se trata de “*constantas*”. El estudio de las diferencias o variables es normalmente lo que más interesa.

Con frecuencia, para un mismo concepto, diferentes personas le asignan diferentes significados o lo entienden de manera distinta (recuerde que son las ideas que cada persona tiene sobre las cosas), al investigar surge la necesidad de definirlos con claridad. Las variables se pueden definir de dos maneras:

- De forma constitutiva, que se identifica con el constructo y se refiere a la esencia del fenómeno.
- La definición operacional, *que consiste en describir las operaciones necesarias para medir o manipular una variable*. Por ejemplo, El Cociente Intelectual, cuando lo midió Binet, lo definió como un cociente o relación matemática entre la edad mental de una persona y su edad cronológica, multiplicada por 100. En este caso, la definición se puede reducir a una ecuación expresada así:

$$\text{CI} = \frac{\text{EM}}{\text{EC}} \times 100$$

<sup>11</sup> **Actividad N°8.** Define las características de un formón, de modo que un niño pueda identificarlo en un maletín de herramientas de un carpintero, sin equivocarse.

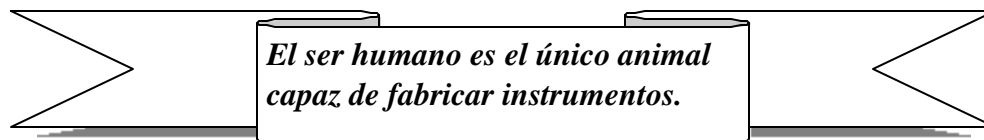
**Los Indicadores.** – Normalmente las variables, especialmente en las ciencias sociales (donde se ubica la educación) difícilmente se observan o se miden directamente. Por ejemplo, el interés en Artes Plásticas o el rendimiento en la asignatura de Métodos de Investigación. Para medir el primero, se podría construir un Inventario de Intereses y para la 2ª variable, un test de rendimiento, o prueba escrita.

Alguien podría decir: “para medir el rendimiento en esta última asignatura, un test es un mal indicador” ¡Ahí está el quid del asunto!... (Actividad N°9)<sup>12</sup> Los indicadores pueden adolecer de defectos, ser dudosos, inseguros o imprecisos y a veces bastante buenos, pero no estaremos seguros que tan buenos son; por eso, se recomienda:

- No confundir los indicadores con la variable de la cual provienen.
- Procurar elegir o construir buenos indicadores.
- Para mayor seguridad, observar el comportamiento de la variable que interesa con más de un indicador y comparar sus resultados.

## 5. Ciencia y Tecnología

Empecemos por dos definiciones muy simples: *Hacer ciencia es explicar, estableciendo criterios de validación*, en cambio, *Hacer tecnología es producir*. Se podría decir que la tecnología nació con la historia de la humanidad, cuando el “*homo erectus o pitecanthro*” hace un millón de años fabricó la primera hacha de mano y conoció el uso del fuego.



La tecnología científica, en cambio tiene cerca de tres siglos de existencia y se apoya en los conocimientos científicos y sus procedimientos, lo que le ha permitido un desarrollo espectacular en la producción de bienes y procesos tecnológicos. En muchos centros tecnológicos (laboratorios, industrias y diversos institutos) se realiza investigación tecnológica con el propósito de desarrollar o mejorar diversas aplicaciones utilitarias o de carácter práctico. Esto produce una gran confusión para delimitar donde termina la ciencia y comienza la tecnología.

Intentaremos una definición: *La tecnología científica corresponde a un conjunto de procesos racionales y sistemáticos, obtenidos en forma metódica, destinados a ejecutar operaciones de carácter práctico y en forma eficiente.*

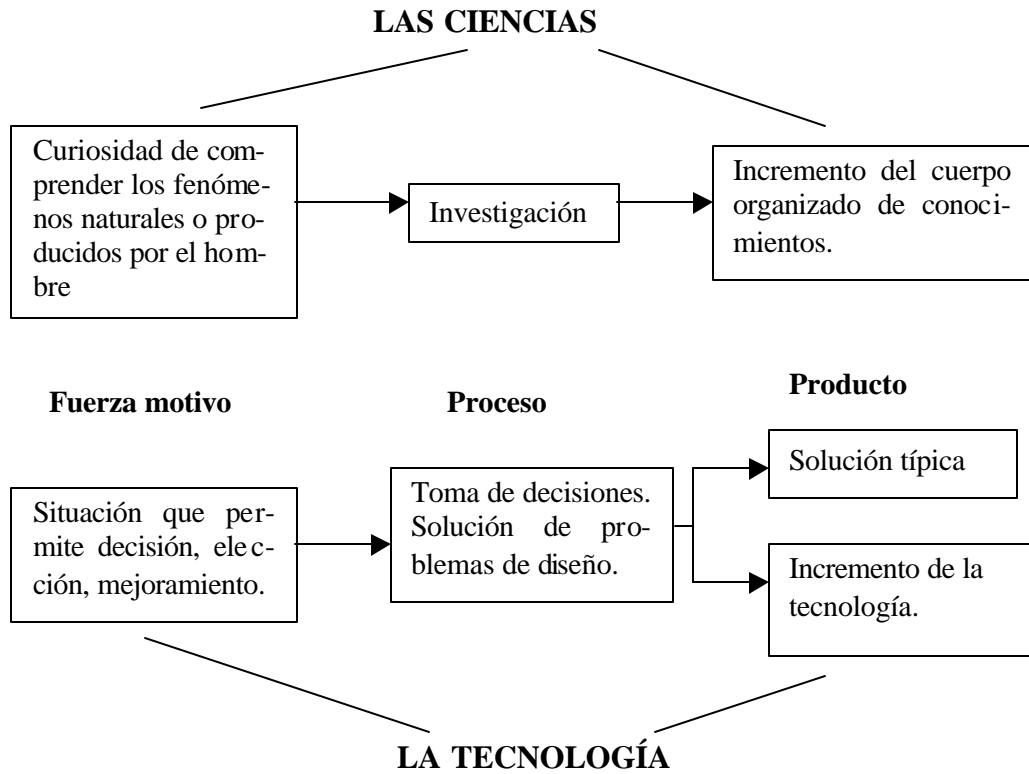
Para H. Foecke<sup>13</sup> la Ciencia se diferencia de la Tecnología fundamentalmente por sus finalidades:

- ⊗ En la Ciencia, el esfuerzo está asociado con el deseo natural del hombre de saber, comprender, explicar y predecir.
- ⊗ La Tecnología, resulta del deseo igualmente natural del hombre de hallar nuevas y mejores

<sup>12</sup> **Actividad N°9.** Fundamenta la crítica que una prueba escrita es un mal indicador del aprendizaje en la asignatura de Métodos de Investigación.

<sup>13</sup> FOECKE, Harold. “La formación de profesores de Ciencia Integrada” en Nuevas Tendencias en la Enseñanza Integrada de las Ciencias. Edit. UNESCO París 1977.

maneras de satisfacer sus necesidades, de lograr sus metas, de hacer el trabajo que quiere que sea hecho.



Sh. Haggis<sup>14</sup>, citando al Dr. James Rutherford, mencionó dos diferencias entre ciencia y tecnología en relación a la clase de conocimientos que trabaja cada una y a los valores particulares asociados en cada una de ellas.

*“En el reino del conocimiento, \* la ciencia se expresa verbalmente, siendo los libros de texto y los artículos de revistas el punto terminal del trabajo científico; la tecnología se expresa concretamente en la forma de objetos o procesos. \* La ciencia es esencialmente reduccionista, buscando el menor número posible de principios y la generalidad más alta; mientras que la tecnología busca una multiplicidad de soluciones prácticas o la reproducibilidad de una cosa. \* La ciencia busca grandiosas explicaciones para sucesos naturales y trata de mantenerse flotando arriba de estos sucesos, pero la tecnología, en cambio, es intervencionista y pone más énfasis sobre la predicción y el control que sobre la explicación de los fenómenos.”*

*“También, hay diferencias en cuanto a los valores sostenidos, \* En las ciencias es un asunto de **descubrimiento**, de llegar al corazón de las cosas. La tecnología está dedicada a resolver problemas y a la toma de decisiones relacionadas con asuntos prácticos, sin importar si es o no posible una solución ideal. \*Así, en ciencia el premio va a la **inventiva abstracta** y en la tecnología*

<sup>14</sup> HAGGIS, Sheila “Educación integrada en ciencias y tecnología para el desarrollo” en Educación Integrada de las Ciencias en América Latina –3. Edit. OREALC – UNESCO. Montevideo 1981

a la **inventiva pragmática**. \* En la última, la efectividad y la eficiencia está a la orden del día, mientras que en ciencias es la elegancia y la fertilidad. (Actividad N°10)<sup>15</sup>



En relación con los valores de la ciencia H. Poincaré<sup>16</sup> afirma que: “La investigación de la verdad debe ser el objeto principal de nuestra actividad y el fin más importante de nuestros trabajos”... “Algunas veces, sin embargo, la verdad nos espanta, porque sabemos que suele ser engañadora, que semejante a un fantasma se nos aparece un momento para huir de nuevo, y cuanto más lejos la perseguimos más se aparta de nosotros sin que nos sea dable alcanzarla” ... “Además, para buscar la verdad es preciso ser independientes en absoluto”.

“Cuando hablo aquí de la verdad, claro es que me refiero, en primer término a la **verdad científica**; pero no se crea por eso que renuncio a hablar de la **verdad moral**, una de cuyos aspectos se llama justicia. Parecerá que abuso de las palabras y que reúno bajo el mismo nombre objetos distintos; que **la verdad científica que se demuestra** no puede aproximarse a **la verdad moral que se siente**.

“No es posible, sin embargo, separarlas porque los que aman una verdad, tienen que amar forzosamente la otra. Para encontrar la científica, lo mismo que la moral, es ineludible despojarse por completo del prejuicio, de la pasión y llegar a la más absoluta sinceridad. Ambas verdades, una vez descubiertas, nos procuran idéntica alegría; una y otra, en cuanto las percibimos, brillan con igual resplandor, de manera que hay precisión de verlas o de cerrar los ojos”

“Las dos en suma, nos atraen y nos huyen, porque jamás están fijas, y cuando se cree alcanzarlas, se observa que es preciso marchar aún. Quien las persiga está condenado de antemano a no conocer el descanso. Hay que indicar por último, que los que tengan miedo de cualquiera de ellas, deberán también tener miedo de la otra, porque iguales razones las hacen amar o aborrecer.”

“La Moral y la Ciencia tienen sus dominios peculiares, que se tocan, pero no se confunden. Nos muestra la primera el objeto adonde debemos encaminarnos, y la segunda los medios de llegar a él, una vez conocido este objeto. No pueden por lo tanto, estar en oposición, toda vez que no habrán de encontrarse nunca, y así como **no puede comprenderse una moral científica, tampoco es posible imaginar una ciencia inmoral.**” (Actividad N° 11)<sup>17</sup>

.....

<sup>15</sup> **Actividad N°10.** Considerando las ideas de esta Sección. 1° Encuentra los argumentos que justifican que la Pedagogía está más cerca del ámbito de la Tecnología. 2°. ¿En qué situaciones específicas se estaría más cerca del dominio de las ciencias?.

<sup>16</sup> POINCARÉ, Henry. “El valor de la ciencia” pp 1-10. Edit. G. Le Bon. Madrid 1906.

<sup>17</sup> **Actividad N° 11.** Encuentra tres argumentos, a lo menos, por qué la invención de la bomba atómica no está en el ámbito de las ciencias.

Guía para trabajo en grupo: **LA FÁBULA DEL NIÑO PERDIDO QUE NO QUERÍA PASAR FRÍO**

(Traducción y adaptación de CHEM-STUDY<sup>18</sup>. La fábula se presenta en letra cursiva y los comentarios y actividades en letra normal)

*“Érase una vez un niño que se perdió en un bosque cercano a su pueblo. Como el tiempo estaba frío, decidió salir a buscar materiales para hacer una fogata, tal como lo leyó en un cuento. El pequeño nunca antes lo había hecho, por lo tanto tendría que experimentar. Y así él fue acarreando diversos elementos al campamento que improvisó. En sus intentos por encender el fuego, nuestro pequeño investigador fue descubriendo que algunos objetos se quemaban y otros no encendían de ninguna manera. Para no seguir trabajando en forma inútil, decidió hacer una lista de los que se quemaban”.*

(Al igual que un observador metódico, él empezó a organizar su información) Después de varios ensayos, su clasificación la resumió así:



<u>Se queman</u>	<u>No se queman</u>
Ramas de árboles	rocas
Palos de escoba	moras
Lápices	piedrecillas
Patatas de silla	ladrillos
Estacas	callampas

*“Este sistema de clasificación le fue bastante útil al principio, en su empeño por conseguir fuentes de calor y así, sólo siguió buscando aquellas que le daban seguridad que se quemaban”*

*“Cuando las ramas secas, palos y estacas que estaban botadas alrededor empezaron a escasear, el niño trató de encontrar cierto indicio de regularidad que le orientara a encontrar nuevos elementos combustibles. Observando los últimos objetos que se estaban quemando, sus ojos se iluminaron al establecer su primera generalización y se dijo: QUIZÁS LAS COSAS CON FORMA CILÍNDRICA SE QUEMAN”.*

La generalización obtenida por el niño mediante el razonamiento inductivo es uno de los procesos elementales del pensamiento científico tanto para sistematizar el conocimiento como para orientar cualquier investigación. Básicamente éste funciona a partir de observaciones de hechos singulares los cuales se procura reunir dentro de categorías mayores enmarcadas en una regla general que se infiere.

**1ª Actividad.**- Para discusión:

- ★ ¿Cuál es la utilidad del razonamiento inductivo?
- ★ ¿Qué riesgo presentan sus conclusiones?
- ★ ¿De qué manera se pueden mejorar las conclusiones?
- ★ ¿En qué etapas del Modelo Geométrico del Método Científico se encuentra?

<sup>18</sup> SEABORG, Glen et all “Chemical Education Matrial Study” Edit. Freeman. pp 3-4. San Francisco, USA. 1966

*“A la mañana siguiente, nuestro pequeño héroe salió en busca de nuevos materiales combustibles, pero olvidó llevar su lista consigo. Sin embargo, recordaba la generalización que él había establecido y comenzó a aplicarla. De este modo, cuando regresó al campamento llevaba: una rama seca de árbol, un bastón viejo, tres estacas de madera y el mango de una pala (que resultarían sus predicciones exitosas a partir de la generalización).”*

*“Mientras descansaba calentándose en la hoguera que volvió a activar estaba contento, pues todo salió bien, gracias al éxito logrado por su razonamiento; por eso, él había desechado un radiador de auto, una cadena de bicicleta, un tablón grande, una caja llena con diarios y una puerta casi completa. Si estos objetos no eran cilíndricos, entonces no se quemarían”.*

Probablemente usted esté sonriendo por la ingenuidad del razonamiento del niño y opinar que la generalización no está bien hecha. ¡Todo lo contrario!; en primer lugar, hasta aquí le ha **funcionado** bien, sus predicciones se han cumplido, luego la generalización ha sido **fructífera**; en segundo lugar, ella es coherente con todas las observaciones disponibles hasta ese momento, porque **una generalización es confiable dentro de los límites definidos por las operaciones que condujeron a su formulación**. Mientras nos atengamos a los objetos anotados en la lista, agregando ahora: el bastón, el mango de la pala, y las estacas, es verdad que tienen formas cilíndricas y además se queman, como comprobó el niño.

*“Debido a sus exitosas predicciones, nuestro explorador se sintió más seguro. Al atardecer, dejó deliberadamente la nueva lista en su campamento. Aplicando su generalización, que había resistido a la experiencia, no encontró más ramas, pero acumuló un considerable cargamento con trozos de cañería, dos frascos de vidrio y el eje roto de un auto. En cambio, desechó la caja con diarios, el tablón y la puerta abandonada, puesto que no eran cilíndricos.”*

*“Al amanecer del nuevo día, despertó con frío, pues esta vez, sus predicciones basadas en la combustibilidad de los cuerpos cilíndricos, esta vez resultaron falsas, luego su generalización se vino al suelo. Ahora sus heladas y temblorosas reflexiones fueron:*

- ★ *No siempre los objetos cilíndricos se pueden quemar.*
- ★ *Aunque lo cilíndrico no es seguro, las ramas, los palos y demás objetos de mi lista se quemaron.*
- ★ *Debo corregir mi lista anotando las excepciones”*

*“Luego, al revisar su lista corregida, se le ocurrió una nueva regularidad, que encajaba mejor con las recientes observaciones y sus consecuencias: Quizás, los objetos para quemarse deben ser de madera, se dijo”.*

¿Cuán buena es esta nueva generalización a la luz del desencanto reciente? Se sigue avanzando; el explorador ahora trajo la puerta y el tablón que había desechado el día anterior – ya no trajo más piezas de automóviles, ni otros objetos metálicos – sin embargo, volvió a desechar la caja que contenía los diarios.

No piense Ud. que esta fábula es sólo una simpática caricatura de la investigación científica. ¡Es exactamente el espíritu del pensamiento científico! Note las semejanzas:

- ★ Cuando se tiene un problema se busca información o realiza más observaciones.
- ★ Luego se organiza lo aprendido buscando regularidades.
- ★ A partir de estas generalizaciones deduce consecuencias que él pueda comprobar.
- ★ Cuando estas consecuencias no se cumplen, su generalización ya no sirve.
- ★ Se busca una nueva generalización que la usará mientras funcione.
- ★ Las regularidades que funcionan en forma consistente, finalmente se aceptan como **Teorías**.

Una teoría se mantiene mientras sea consistente con los hechos naturales conocidos, sistematizan y clarifican el conocimiento, nos permiten resolver diversas situaciones prácticas que se deducen del ámbito que ellas explican.

La historia de las ciencias nos relata el auge y caída de diferentes teorías científicas, sobre el origen del universo, el origen de la vida, las causas de las enfermedades y las formas como se produce el aprendizaje, por mencionar algunos temas. Así, podemos esperar que algún día varias de las actuales concepciones científicas en educación parecerán tan restringidas como “los objetos cilíndricos que se queman”.

Los nuevos maestros y estudiantes universitarios pueden sentirse orgullosos de estar actualizados con las nuevas corrientes pedagógicas que han superado viejas teorías. ¡Cuidado! Recuerden que el conocimiento científico es progresivo y correctivo; no es posible dormirse en los laureles.

Si Ud. se desencantó por el incierto progreso del niño, que desechó los diarios en su búsqueda, si le parece que esta es una historia inconclusa... Eh ahí una nueva semejanza de la actividad del niño con el quehacer de la ciencia.

### **2ª Actividad**.- Discusión final.

- ★ Con tus palabras resume el significado del pensamiento científico.
- ★ ¿Qué atributos debe tener una hipótesis?
- ★ De acuerdo con la fábula ¿Qué requisitos debe cumplir una predicción científica?
- ★ El niño se comportó como un investigador sin serlo ¿Qué diferencias puedes establecer entre la actividad del niño y una investigación real?
- ★ ¿Cómo se aclara aquí el sentido probabilístico de las ciencias?

### **3ª Actividad**. Tarea de indagación bibliográfica.

Indaga en la biblioteca sobre alguna teoría de aprendizaje o de estrategias curriculares que ahora las ciencias de la educación han dado por superadas. Resume las ideas principales de dicha teoría y luego agrega los fundamentos empíricos de la nueva teoría que la supera. Cita correctamente las fuentes documentales en que te apoyas.