



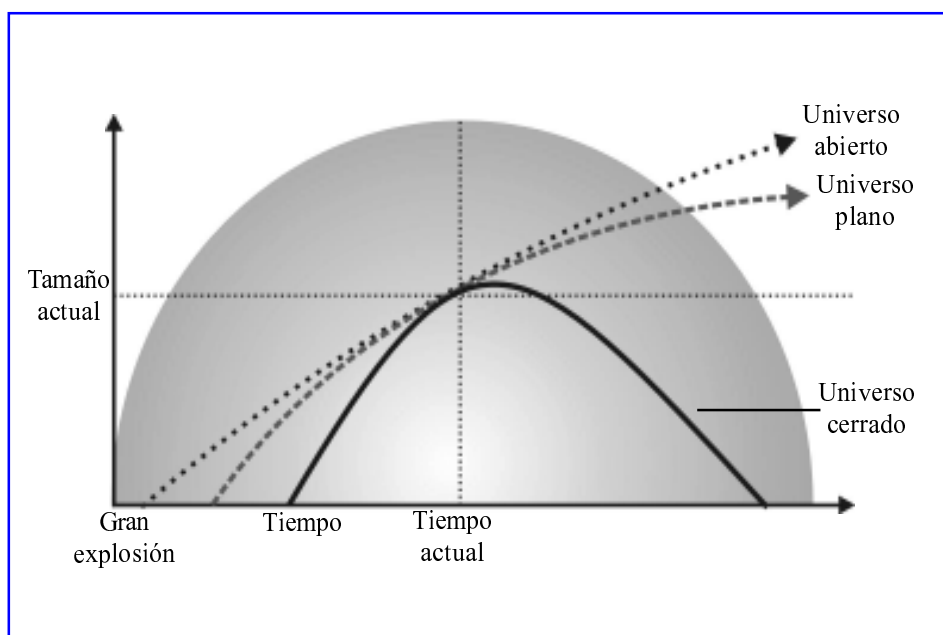
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

DINFOCAD/UCAD

DINESST/UDCREES

PLANCAD
SECUNDARIA 2000

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE



Fascículo Autoinstructivo

2.6

**METODOLOGÍA
PARA EL ESTUDIO
DE LA NATURALEZA**

Producción y Publicación:
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DINFOCAD/UCAD/PLANCAD
Van de Velde 160 San Borja
Lima.

Autoría:
UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
Facultad de Educación

Equipo de Trabajo:
Alina Gómez Loarte
Luis Huamán Mesía
Carmen Lauro Guzmán
Daniel Quineche Meza
César Serra Guerra
Irma Zúñiga Estrada

Corrección de Estilo:
Juan Carlos Cruzado Castillo

Diagramación:
Miguel Incio Barandiarán
Rosa Támara Sarmiento

Revisión de textos:
PLANCAD:
Jorge Jhoncon Kooyip
UDCREES:
Elizabeth Quinteros Hajar
Héctor Yauri Benites

Índice

I. Nuestra imagen del universo	1
1.1 La forma del universo	1
1.2 La posición de la Tierra en el universo	3
1.3 El movimiento de los cuerpos en el espacio y en el tiempo	4
1.4 El tiempo no es absoluto	6
Autoevaluación N° 1	7
II. La metodología científica	8
2.1 Característica de la ciencia	8
2.2 Los procesos de la ciencia	9
2.3 La teoría científica	11
2.4 La actitud científica	12
Autoevaluación N° 2	13
III. El aprendizaje de las ciencias	14
3.1 Las dificultades para aprender ciencia	14
3.2 Enseñar y aprender ciencia	16
3.3 Nuevo enfoque sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia	17
3.4 Modelos didácticos innovadores en la enseñanza de la ciencia	18
Autoevaluación N° 3	20
IV. La ciencia: Herramienta para el desarrollo humano	21
4.1 El papel de la ciencia en nuestra vida cotidiana	21
4.2 Relación entre ciencia e industria	23
4.3 La ciencia y el manejo del ambiente	24
4.4 La ciencia, factor decisivo en el desarrollo de la sociedad	25
Autoevaluación N° 4	26
Glosario	27
Bibliografía	28

INTRODUCCIÓN A LOS MODULOS PLANCAD

En la actualidad, los docentes de educación secundaria, del área de ciencia, tecnología y ambiente, tienen que enfrentar muchas dificultades para acceder a información especializada reciente que les permita profundizar en contenido científico actualizado; y, en forma paralela, familiarizarse y manejar estrategias metodológicas dinámicas para facilitar a sus alumnos el aprendizaje del área.

Por ello, el Ministerio de Educación, a través del programa de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Peruana y del Plan Nacional de Capacitación Docente 2000 (PLANCAD-MECEP), con la colaboración de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, a través de la Dirección de Educación Continua, de su Facultad de Educación, ha elaborado cuatro módulos autoinstructivos para satisfacer esta necesidad y así contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación nacional, vía el enriquecimiento personal y profesional del potencial humano que existe en el cuerpo docente del país.

Cada módulo consiste en ocho (8) fascículos monotemáticos¹, con contenidos seleccionados de entre aquellos que conforman la estructura curricular básica para educación secundaria, en el área de ciencia, tecnología y ambiente.

Cada fascículo, a su vez, ha sido desarrollado para cubrir dos aspectos fundamentales de la actividad educativa. Por un lado, contiene información científica actualizada, trabajada de manera accesible para ser asimilada con facilidad y, al mismo tiempo, adecuarla a las necesidades y posibilidades de acción en el aula. Por otro lado, y aunque este no es su objetivo central, ofrece algunas estrategias metodológicas dinámicas que promueven la participación activa en el análisis de los temas y materiales presentados en una situación de aprendizaje para facilitar, en los alumnos, la construcción de sus propios conocimientos.

La estructura del fascículo está diseñada para ser desarrollado a través de tres momentos de actividad en su manejo.

- Actividades iniciales o de entrada.
- Actividades de proceso, incluyendo acciones de investigación-experimentación
- Actividades de salida o finales

Al final de cada fascículo, se presenta una síntesis de los contenidos tratados, seguida de una autoevaluación final. Se incluye, también, un glosario básico que explica o define aquellos términos que son nuevos, o que aún siendo conocidos, son a menudo utilizados erróneamente. El fascículo se completa con unas referencias bibliográficas acerca de los materiales consultados o que pudieran servir para una mayor profundización en función del interés del docente usuario de este material.

Ahora, apreciado amigo y colega te invitamos a conocer este fascículo que ponemos en tus manos y a disfrutar con él, tratando de redescubrir y entender como funciona el universo y el mundo en que vivimos y enriquecerte, personal y profesionalmente, para cuidarlo mejor.

¹ Esto es, elegidos en un campo temático especial o referidos a un tema específico (de allí lo de monotemático) del saber humano, pero analizados desde varios de sus diferentes aspectos constitutivos, con el auxilio de instrumentos cognoscitivos y metodológicos de diferentes disciplinas curriculares.

I. NUESTRA IMAGEN DEL UNIVERSO

Esta unidad tiene como finalidad reflexionar en torno a cómo la ciencia ha venido sugiriendo cambios en nuestra imagen del universo.

Diariamente nos movemos en nuestro ambiente sin comprender a veces nada acerca del mundo en que vivimos. Somos pocos los que dedicamos un tiempo para pensar en preguntas como las siguientes:

1. *¿Cómo es el universo?*
2. *¿Cuál es la posición de la Tierra en el universo?*
3. *¿Cómo se mueven los cuerpos en el espacio y en el tiempo?*
4. *¿El tiempo siempre correrá hacia adelante?*
5. *Y, en definitiva, ¿Por qué hay universo?*

Cuando a padres y maestros nos plantean estas cuestiones, aún sigue siendo muy común responder con un encogimiento de hombros, o con una referencia a creencias religiosas. Sin embargo, gran parte de la ciencia ha estado orientándose por estas preguntas.

Si tú fueras ese maestro interrogado, ¿cómo responderías? Ensayá tus respuestas:

1. -----
2. -----
3. -----
4. -----
5. -----

1.1 LA FORMA DEL UNIVERSO

En el año 340 a.C. el filósofo griego Aristóteles, en su libro De los Cielos, planteó tres buenos argumentos para creer que la Tierra era una esfera redonda en vez de un disco plano:

- a) En los eclipses lunares, la sombra de la Tierra sobre la Luna es siempre redonda. Si la Tierra fuera un disco plano, su sombra sería alargada y elíptica a menos que el eclipse siempre ocurriera en el momento en que el Sol estuviera directamente debajo del centro del disco.*
- b) La estrella Polar aparece más baja en el cielo cuando se observa desde el sur que cuando se hace desde regiones más al norte.*
- c) Cuando un barco se acerca al puerto, primero se ven las velas, y sólo después se ve el casco.*

Aristóteles, también creía que la Tierra era estacionaria y que el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas se movían en órbitas circulares alrededor de ella. En este caso, sus argumentos eran:

- La Tierra es el centro del universo.
- El estado natural de un cuerpo era estar en reposo (éste sólo se movía si era empujado por una fuerza o un impulso).
- El movimiento circular era el más perfecto.

Esta imagen del universo fue ampliada por Ptolomeo en su *Almagesto* (siglo II d.C.) hasta constituir un modelo del cosmo completo. La Tierra se ubicaría en el centro del universo, rodeada por ocho esferas que transportaban a la Luna, el Sol, las estrellas y los cinco planetas conocidos en aquel tiempo, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. (Figura 1)

Este modelo teórico proporcionó un sistema razonablemente preciso para predecir las posiciones de los cuerpos celestes en el firmamento. Pero, para ello, Ptolomeo tuvo que suponer que la Luna seguía un camino que la situaba en algunos instantes dos veces más cerca de la Tierra que en otros. Esto significaba que la Luna debería aparecer a veces con tamaño doble del que usualmente tiene, lo cual es contrario a lo que se percibe. En toda la Astronomía antigua, la confrontación entre los hechos y la teoría suele ser insuficiente. Uno, por las limitaciones de sus instrumentos de observación (por lo que desarrollaron en un alto grado el arte de la medición indirecta) y, dos, porque la observación servía más para corroborar las teorías que para probarlas.

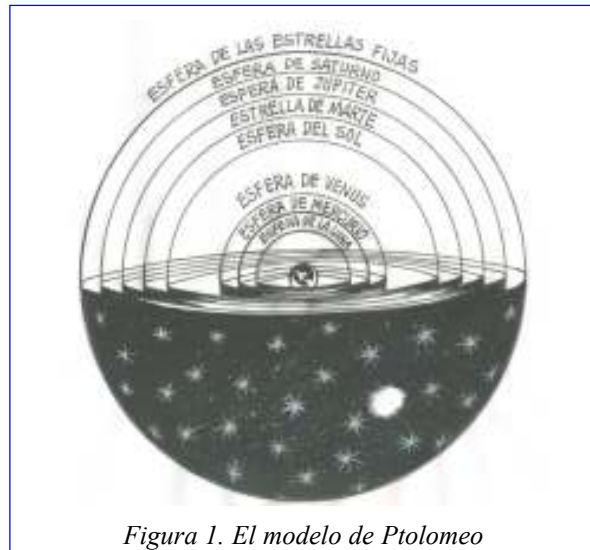


Figura 1. El modelo de Ptolomeo

En base al texto leído, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuál fue la imagen de la Tierra y el universo que tuvieron los griegos?
- ¿De qué manera los griegos elaboraron su saber sobre el universo?
- ¿El mundo donde vives es plano o redondo? ¿Por qué?

Ahora, te invitamos a comprobar los supuestos de Aristóteles:

Coloque dos pelotas de jebe, una pequeña y una más grande frente a la luz de una linterna de mano, según el diagrama. ¿Qué observas en la superficie de la pelota más grande?

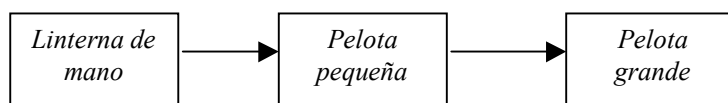


Figura 2. Diagrama de la experiencia

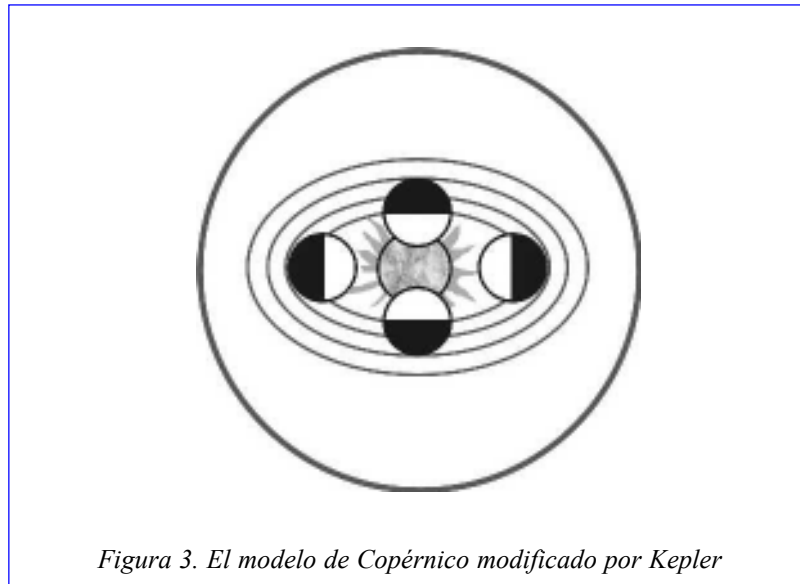
1.2 LA POSICIÓN DE LA TIERRA EN EL UNIVERSO

De los conocimientos griegos se desprendían dos cuestiones:

- a) ¿Un cuerpo pesado debía caer más rápido que uno ligero?; y
- b) ¿Todo debía girar alrededor de la Tierra?

En 1514, Copérnico planteó que el Sol estaba estacionario en el centro y que la Tierra y los planetas se movían en órbitas circulares a su alrededor. Pero no pudo dar las pruebas de ello.

Pasó casi un siglo hasta que su idea fue tomada por Galileo y Kepler, quienes se alejaron de la tradición aristotélica, que sostenía que todas las leyes que gobiernan el universo se podrían deducir por medio del pensamiento puro y que no era necesario comprobarlas. Así, nadie antes de Galileo se preocupó de ver si los cuerpos con pesos diferentes caían con velocidades diferentes.



Se dice que Galileo demostró que las ideas de Aristóteles eran falsas, al dejar caer diferentes pesos desde la torre inclinada de Pisa. Es casi seguro que esta historia no sea cierta, aunque lo que sí hizo Galileo fue algo equivalente: dejó caer bolas de distintos pesos a lo largo de un plano inclinado. La situación es muy similar a la de los cuerpos pesados que caen verticalmente, pero es más fácil de observar porque las velocidades son menores. Las mediciones de Galileo indicaron que cada cuerpo aumentaba su velocidad al mismo ritmo, independientemente de su peso.

Galileo continuó sus experimentos y, en 1609, comenzó a observar el cielo nocturno con un telescopio, que acababa de inventar. Cuando miró al planeta Júpiter observó que estaba acompañado por varios pequeños satélites o lunas que giraban a su alrededor. Este descubrimiento lo indujo a pensar que no todo tenía que girar directamente alrededor de la Tierra.

Por su parte, Kepler, también en base a sus observaciones propuso una modificación a la teoría de Copérnico. El había observado el movimiento de los planetas y descubrió que los planetas se mueven en torno al Sol según elipses y no según círculos.

Tomando como base el texto leído, responde las siguientes preguntas:

- a) *Mediante un cuadro de doble entrada compara el modelo de Aristóteles/ Ptolomeo y el modelo de Copérnico/Kepler con respecto a: ¿quién ocupaba el centro del universo?, ¿cuál era la órbita de movimiento de los cuerpos celestes? y ¿cuál era el estado de la Tierra?*
- b) *¿Cuál fue el camino seguido por Galileo y Kepler para establecer sus conclusiones?*
- c) *¿Por qué los griegos sólo se limitaron a mirar la naturaleza y no se inclinaron por la experimentación?*

Ahora, te invitamos a realizar la siguiente experiencia:

Toma cualquier objeto que tengas cerca, por ejemplo, un borrador, y déjalo libre o, mejor dicho suéltalo. ¿Por qué siempre “elige” caer?

1.3 EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS EN EL ESPACIO Y EN EL TIEMPO

Kepler, además, tuvo la idea de que los planetas estaban concebidos para girar alrededor del sol atraídos por fuerzas magnéticas. Entonces, ¿por qué sus órbitas son elípticas y no circulares? Una explicación coherente sólo fue proporcionada años después, en 1687, por Isaac Newton en su obra Philosophiae Naturalis Principia Matemática.

Newton se basó en las mediciones de Galileo para la obtención de sus leyes del movimiento. En los experimentos de Galileo, cuando un cuerpo caía rodando, siempre actuaba sobre él la misma fuerza (su peso) y el efecto que se producía consistía en acelerarlo de forma constante. Esto demostraba que el efecto real de una fuerza era el de cambiar la velocidad de un cuerpo, en vez de simplemente ponerlo en movimiento, como se pensaba anteriormente.

Ello también significaba que siempre que sobre un cuerpo no actuara ninguna fuerza, éste se mantendría moviéndose en una línea recta con la misma velocidad. Esta idea es lo que hoy conocemos como primera ley de Newton. Y, cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza, éste se acelerará o cambiará su velocidad a un ritmo proporcional a la fuerza recibida, es la segunda ley de Newton.

Además de estas leyes, Newton postuló una ley que describía la fuerza de la gravedad. De acuerdo con ella, cada cuerpo en el universo es atraído por cualquier otro cuerpo con una fuerza que era tanto mayor cuanto más masa tuvieran los cuerpos y cuanto más cerca estuviera el uno del otro.

La ley de gravedad es la que explica por qué los cuerpos siempre caen hacia el suelo; y por qué la Luna se mueve en una órbita elíptica alrededor de la Tierra, y de que la Tierra y los planetas sigan caminos elípticos alrededor del Sol.

De las leyes de Newton, también se desprende que no existe un único estándar de reposo, como Aristóteles había creído. Se puede suponer que dos cuerpos, A y B,

estén simultáneamente en reposo o que ambos se muevan. Si el observador está situado en uno de ellos, bajo la condición que ambos se muevan en la misma dirección y con la misma velocidad constante, resultaría difícil determinar si los cuerpos están en reposo o en movimiento. Por tanto, no se puede asociar a un suceso una posición absoluta en el espacio. De esta manera se deja de lado la idea de un espacio absoluto.

Después de tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles fueron los principales aportes de Newton?
- ¿Cómo llegó Newton a establecer sus leyes sobre el movimiento de los cuerpos?
- Averigüe qué otros científicos han seguido el mismo camino que Newton para conocer más del universo.

Ahora, te invitamos a realizar la siguiente experiencia:

Necesitas:

- Una fuente honda de vidrio
- Una linterna de mano y un soporte
- Un cartón con una ranura
- Un espejo cuadrado
- Además: agua, leche, talco y borla para polvorear.

Para :

Hacer un montaje como se muestra en la figura 4.

Pasos necesarios:

- Oscurece el ambiente y que un haz de luz atraviese la ranura del cartón e ingrese en el agua con cierto ángulo.
- Agrega dos gotas de leche en el agua y esparce un poco de talco en el aire. ¿Puedes observar el recorrido que hace la luz? Repite la experiencia si es necesario. ¿Por qué la luz tiene ese recorrido? Ensayá una explicación de acuerdo a la ley de gravedad de Newton.



Figura 4. Montaje del experimento

1.4 EL TIEMPO NO ES ABSOLUTO

Posiblemente has tenido alguna dificultad para explicar la refracción de la luz desde el punto de vista newtoniano. No te preocupes, que eso mismo le ocurrió a Newton.

Recién en 1865, Maxwell pudo establecer una teoría de la propagación de la luz, consiguiendo unificar con éxito las teorías parciales sobre electricidad y magnetismo. Su teoría predecía que la luz debería viajar a una velocidad finita. Sin embargo, como Newton había dejado de lado la idea del espacio absoluto, se necesitaba especificar un sistema de referencia para dicha velocidad.

Esto llevó a Fresnel a sugerir la existencia de una sustancia llamada “éter” que estaba presente en todas partes, incluso en el espacio “vacío”. En consecuencia, diferentes observadores, que se movieran con relación al éter, verían acercarse la luz con velocidades distintas, pero la velocidad de la luz con respecto al éter permanecería fija. Sin embargo, los experimentos de Michelson-Morley permitieron descubrir que las velocidades eran iguales.

Durante más de doscientos años no apareció ninguna nueva generalización que pudiera responder estas cuestiones. En 1905, Einstein planteó su teoría de relatividad, poniendo a la ley de gravedad junto a las teorías sobre la luz, la electricidad y el magnetismo.

El postulado fundamental era que las leyes de la ciencia deberían ser las mismas para todos los observadores en movimiento libre, independientemente de cual fuera su velocidad. Esta idea tan simple tiene algunas consecuencias extraordinarias:

- a) La equivalencia entre masa y energía, resumida en la ecuación $E = mc^2$ (donde E es la energía, m , la masa y c , la velocidad de la luz).*
- b) Ningún objeto puede viajar a una velocidad mayor que la de la luz.*
- c) La negación de un tiempo absoluto. Cada observador debe tener su propia medida del tiempo, que la registraría un reloj que se mueve junto a él, y relojes idénticos moviéndose con observadores diferentes no tendrían por qué coincidir. Por tanto, el tiempo no está completamente separado e independiente del espacio, sino que por el contrario se combina con él para formar un objeto llamado espacio-tiempo cuatridimensional.*

En 1915, Einstein propuso su Teoría General de la Relatividad y según ella:

- a) La gravedad no es una fuerza como las otras, sino que es una consecuencia de que el espacio-tiempo no sea plano sino curvado por la distribución de masa y energía en él presente.*
- b) El espacio y el tiempo son cantidades dinámicas: cuando un cuerpo se mueve, o una fuerza actúa, afecta a la curvatura del espacio-tiempo, y, en contraparte, la estructura del espacio-tiempo afecta al modo en que los cuerpos se mueven y las fuerzas actúan.*

En las décadas siguientes, estos nuevos conceptos de espacio y tiempo han modificado nuestra imagen del universo. La vieja idea de un universo esencialmente inalterable que podría haber existido, y que podría continuar existiendo por siempre, fue reemplazada por el concepto de un universo dinámico, en expansión, que parecía haber comenzado hace cierto tiempo finito y que podría acabar en un tiempo finito en el futuro.

En 1929, Hubble hizo la observación crucial de que, donde quiera que uno mire, las galaxias distantes se están alejando de nosotros. Es decir, el universo se está expandiendo.

Después de tu lectura, ahora te invitamos a responder las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuál fue el aporte fundamental de Einstein?
- b) ¿De qué manera Einstein llegó a establecer sus teorías?
- c) ¿Qué es lo que caracteriza a la ciencia, su experimentalismo o su racionalismo?

AUTOEVALUACIÓN N° 1

1. Señala en la línea del tiempo los principales hitos de cómo la ciencia ha venido cambiando nuestra imagen del universo.



2. ¿De qué manera los griegos llegaron a establecer que la Tierra era redonda, que se encontraba en el centro del universo y que el Sol, la Luna y los planetas giraban en su alrededor describiendo órbitas circulares?

3. ¿Existe algo en común en la manera de proceder de Galileo, Kepler, Newton y Einstein para establecer sus teorías?

4. En el siguiente cuadro señala los problemas que no pudieron resolver.

PTOLOMEO	KEPLER	NEWTON	EINSTEIN

5. Piensa ahora en tus alumnos y a la luz de lo estudiado hasta aquí, ¿qué se debería enseñar fundamentalmente en ciencias?

II. LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA

Esta unidad tiene como finalidad diferenciar los procesos de la metodología científica y comprender la naturaleza de los conocimientos científicos.

La ciencia ha venido cambiando nuestra imagen del mundo y está en el umbral de modificar hasta nuestra propia imagen de hombre.

1. *¿Cómo lo hace?*
2. *¿En dónde reside su poder?*
3. *¿Por qué cuando queremos darle fuerza a nuestros argumentos los calificamos de “científicos”?*
4. *¿Todos tenemos una actitud científica innata?*

Tú, amigo maestro, puedes responder estas cuestiones. ¿Cómo lo harías? Ensayá tus respuestas:

1. -----
2. -----
3. -----
4. -----

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CIENCIA

La ciencia, como su nombre lo indica, es, en lo fundamental, conocimiento como proceso y como producto. Es conocimiento de un cierto tipo que busca leyes generales relacionando ciertos hechos particulares. Busca la verdad.

Para poder analizar la naturaleza del universo, los científicos hacen uso de los instrumentos del saber: los conocimientos (producto) y una metodología para su adquisición (proceso).

Para llegar a establecer una ley científica se pasa por tres etapas principales (Figura 5):

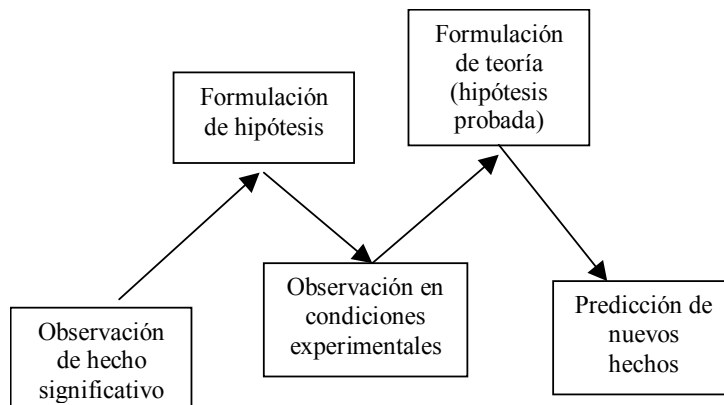


Figura 5. Fases de la metodología científica

- a) La primera consiste en observar los hechos significativos.
- b) La segunda, en plantear hipótesis que, si son verdaderas, expliquen aquellos hechos
- c) La tercera, en deducir de estas hipótesis consecuencias que puedan ser puestas a prueba por la observación. Si las consecuencias son verificadas se acepta provisionalmente la hipótesis como verdadera, aunque ella requerirá ordinariamente una modificación posterior, como resultado del descubrimiento de hechos ulteriores.

En el estado actual de la ciencia, ni los hechos ni las hipótesis están aislados: existen dentro del cuerpo general del conocimiento científico. El significado de un hecho es relativo a dicho conocimiento. Decir que un hecho es significativo, en ciencia, es decir que ayuda a establecer o a refutar alguna ley general; pues la ciencia, aunque arranca de la observación de lo particular, no está ligada esencialmente a lo particular, sino a lo general. Un hecho en ciencia no es un mero hecho, sino un caso.

La ciencia, en su último ideal, consiste en una serie de proposiciones dispuestas en orden jerárquico (Figura 6); las del nivel más bajo están referidas a los hechos particulares (Por ejemplo, las leyes de Galileo y Kepler), y las del más alto, a alguna ley general que lo gobierna todo en el universo (Por ejemplo, las leyes de Newton y de Einstein). Los distintos niveles en la jerarquía tienen una doble conexión lógica: una hacia arriba y la otra hacia abajo. La conexión ascendente procede por inducción; la descendente, por deducción.

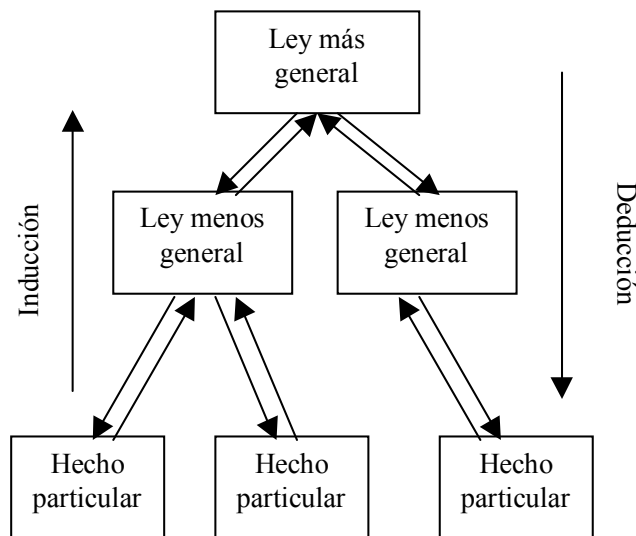


Figura 6. Estructura lógica del conocimiento científico

En base a tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuál es la característica fundamental de la ciencia?
- b) ¿Cuáles son las fases principales de la metodología científica?
- c) ¿En ciencia, cuándo un hecho es significativo?
- d) ¿Cuál es la diferencia entre la ciencia de Aristóteles, Galileo, Newton y Einstein?

2.2 LOS PROCESOS DE LA CIENCIA

No hay una metodología común para todas las ciencias. Sin embargo, es posible distinguir ciertos procesos que caracterizan la acción de las personas de ciencia.

A través de la historia de la ciencia, la importancia del hecho significativo ha sido clave. Aquellos que son significativos en una etapa del desarrollo de una teoría dejan de serlo en otra etapa. Cuando Galileo buscaba la ley de caída libre, el hecho de que en el vacío una pluma y un pedazo de plomo caigan con la misma velocidad era más importante que el hecho de que, en el aire, una pluma caiga más despacio, toda vez que sólo interesaba comprobar que los cuerpos caen únicamente en función de la gravedad. La resistencia del aire debía ser tratada como algo sobreañadido a la atracción de la Tierra.

Esta identificación del hecho significativo posibilita la formulación de las hipótesis, que serán correctas desde el punto de vista lógico, pero no por ello deberán ser ciertas y válidas. Será necesaria su confrontación con la realidad.

El experimento juega un papel muy importante en el descubrimiento científico, sirve para probar las hipótesis. En él, las circunstancias son simplificadas artificialmente, de manera que un hecho aislado pueda hacerse observable.

La observación centra la atención en las propiedades de los cuerpos, siendo estas cualitativas o cuantitativas. En la observación, la descripción, la medida y el cálculo son muy importantes. Una ventaja de la precisión cuantitativa, donde ella es posible, es que da mucha fortaleza a los argumentos inductivos. Sin embargo, una ley puede ser muy científica sin ser cuantitativa. Este es el caso de las leyes de Pavlov referentes a los reflejos condicionados.

Aunque pueda parecer una paradoja, toda la ciencia exacta está dominada por la idea de aproximación. Error probable es un término técnico con una significación precisa. Se llama así al error que tiene tantas probabilidades de ser mayor como de ser menor que el error verdadero. En ciencia, es característico que todo observador admita que es probable cometer un error y sabe su cuantía. Por eso, ningún hombre de ciencia afirma que lo que ahora se conoce sea exactamente la verdad; afirma que es una etapa en el camino hacia la verdad exacta. Cuando ocurre un cambio en la ciencia, como por ejemplo, se pasa de la ley de gravitación a la ley de relatividad, lo que se hace no es dejar de lado lo anterior, sino reemplazarlo por algo ligeramente más exacto.

El camino de la inducción también aprovecha el análisis. Los científicos suponen que cualquier hecho es el resultado de un cierto número de causas; cada una de las cuales, actuando separadamente, podrían producir algún resultado diferente del que ocurre realmente. Además esta resultante puede ser calculada cuando los efectos de las causas separadas son conocidos. Esta capacidad para separar leyes causales y después recombinarlas es esencial en el proceder de la ciencia, pues es imposible descubrir una ley general trabajando con el todo.

En base a tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- a) *¿Cuáles son los procesos que los científicos realizan en la búsqueda de la verdad?*
- b) *¿Cuál es el supuesto fundamental que orienta el trabajo de los científicos?*
- c) *¿Qué cualidades deben poseer la mayoría de científicos?*
- d) *¿Qué actividad has realizado o realizas donde se hace uso de la metodología científica?*

2.3 LA TEORÍA CIENTÍFICA

Una teoría científica es un modelo del universo o de una gran parte de él, y un conjunto de reglas que relacionan las magnitudes del modelo con las observaciones que realizamos en la realidad. Esto sólo existe en nuestras mentes y no tiene ninguna otra realidad.

Una teoría es una buena teoría siempre que satisfaga dos requisitos:

- a) Debe describir con precisión un amplio conjunto de observaciones sobre la base de un modelo que contenga sólo unos pocos parámetros arbitrarios.*
- b) Debe ser capaz de predecir positivamente los resultados de observaciones futuras.*

Por ejemplo: La teoría de la gravedad de Newton estaba basada en un modelo incluso más simple, en el que los cuerpos se atraían entre sí con una fuerza proporcional a una cantidad llamada masa e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos, a pesar de lo cual era capaz de predecir el movimiento del Sol, la Luna y los planetas con un alto grado de precisión.

Cualquier teoría científica siempre es provisional, en el sentido de que es sólo una hipótesis: nunca se puede probar absolutamente. A pesar de que los resultados de los experimentos concuerden muchas veces con la teoría, nunca podremos estar seguros de que la próxima vez el resultado no vaya a contradecirla.

Cada vez que se comprueba que un nuevo experimento está de acuerdo con las predicciones, la teoría sobrevive y nuestra confianza en ella aumenta. Pero si por el contrario se realiza alguna vez una nueva observación que contradiga la teoría, tendremos que abandonarla o modificarla.

En este punto las pruebas históricas son inequívocas. Por ejemplo, el estado de la astronomía de Ptolomeo era un escándalo por sus imprecisiones, antes del anuncio de Copérnico. Las contribuciones de Galileo al estudio del movimiento dependieron estrechamente de las dificultades en la teoría aristotélica por los críticos escolásticos. Ante los fracasos para probar la existencia del éter, surgió la teoría de la relatividad de Einstein.

En la práctica, lo que sucede es que se construye una nueva teoría que en realidad no sólo es una extensión de la teoría original, sino más bien una reconstrucción a partir de nuevos fundamentos. Esta afecta a algunos fundamentos, así como a métodos y aplicaciones de la teoría original. Más que un proceso de acumulación es un proceso de cambio del paradigma (cambio en el sistema de creencias).

Después de tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué es una teoría científica? Cita algunos ejemplos.*
- b) ¿Cuándo estamos frente a una buena teoría?*
- c) ¿Cuál es la condición para que una teoría entre en crisis? Cita ejemplos.*
- d) ¿De qué manera los científicos responden ante las crisis de las teorías? Cita ejemplos.*
- e) Averigua si la teoría de Einstein enfrenta hoy problemas que no puede responder.*

2.4 LA ACTITUD CIENTÍFICA

La metodología científica, a pesar de su sencillez esencial se ha desarrollado con gran dificultad. Aún hoy, es empleada únicamente por una pequeña parte de la población, que, a su vez, limita su aplicación a un reducido número de cuestiones y sobre las cuales tiene opinión.

La mayoría de nuestras opiniones son expresiones de nuestros deseos. “La mente de los más razonables de entre nosotros puede ser comparada con un mar tormentoso de convicciones apasionadas, basadas en el deseo. Sobre ese mar flotan arriesgadamente unos cuantos botes pequeñitos, que transportan un cargamento de creencias demostradas científicamente. No debemos deplorar del todo que así sea; la vida tiene que ser vivida y no hay tiempo para demostrar racionalmente todas las creencias por las que nuestra conducta se regula. Sin cierto saludable arrojo, nadie podría sobrevivir largo tiempo.” (Russell).

La metodología científica debe limitarse, por su propia naturaleza, a las más importantes de nuestras opiniones.

Un médico que aconseja a un equipo de gobierno sobre asuntos de salud pública, lo hará después de tomar en cuenta todo lo que la ciencia tiene que decir en el tema; pero los que siguen su consejo no pueden detenerse a comprobarlo y están obligados, por consiguiente, a confiar no en la ciencia sino en la creencia que ese médico es un científico.

Una comunidad impregnada de ciencia es aquella en la que los expertos reconocidos han llegado a sus opiniones por métodos científicos, pero es imposible para el ciudadano en general repetir por sí mismo el trabajo de los expertos.

Una opinión científica es aquella para la cual hay alguna razón de creerla verdadera. Una opinión no científica es aquella que se sustenta en alguna razón distinta de su probable verdad. Nuestra era se distingue de todas las eras anteriores al siglo XVII por el hecho de que muchas de nuestras opiniones son científicas en el sentido antes expresado.

Tener una opinión basada en la ciencia es producto de cuál es o ha sido nuestra actitud frente a ella. Es expresión de nuestra actitud científica.

La actitud científica es en cierto modo no natural en el hombre. Esta debe ser formada. Y nos corresponde a los profesores conseguir con nuestro trabajo que los alumnos desarrollen una actitud científica positiva. El estudio de la ciencia en las escuelas no solamente puede aportar explicaciones más profundas y útiles de cómo se interpreta el mundo natural, sino que puede servir para mostrar el impacto que la ciencia ha tenido, tiene y tendrá sobre el pensamiento y la acción de los hombres. Esto último es lo que invita a la reflexión y a la construcción de opiniones.

En base a la lectura, responde las siguientes preguntas:

- a) *¿Las opiniones de los científicos son siempre “científicas”?*
- b) *¿Cuándo nuestros puntos de vista sobre asuntos problemáticos pueden ser “científicos”?*
- c) *¿Para desarrollar una actitud científica será suficiente conocer la teoría y técnica científicas?*

AUTOEVALUACIÓN Nº 2

1. *En base a la obra de un científico explica las características fundamentales de la ciencia:*

2. *¿Cuál es el camino lógico de la metodología científica?*

3. *Describe los principales procesos de la ciencia:*

4. *Con un ejemplo explica cuando una teoría entra en crisis y cómo responden los científicos:*

5. *¿De qué manera podrías ayudar a tus alumnos a tener una actitud científica positiva?*

III. EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Esta unidad tiene como finalidad reflexionar acerca de cómo los adolescentes pueden aprender mejor la ciencia, a partir de los aportes de la investigación didáctica sobre las dificultades en sus aprendizajes.

Los jóvenes y los científicos tienen mucho en común: están interesados por objetos muy variados del mundo que les rodea; ambos se interesan por cómo y por qué las cosas son como son.

Sin embargo, cuando los alumnos asisten a las clases de ciencias, su interés y comprensión de la misma resulta influida de forma inesperada –entre otros factores– por la enseñanza de la ciencia.

1. *¿Por qué los adolescentes tienen dificultades para aprender la ciencia?*
2. *¿En qué consiste enseñar y aprender ciencia?*
3. *¿Existen otras maneras más efectivas para conducir la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia?*
4. *¿Qué modelos didácticos innovadores en la enseñanza de la ciencia se están validando en las escuelas?*

Ensayá tus respuestas escribiéndolas en los espacios siguientes:

1. -----

2. -----

3. -----

4. -----

3.1 LAS DIFICULTADES PARA APRENDER CIENCIA

Son muchos los alumnos que encuentran difícil comprender las ideas expuestas en las lecciones de ciencia. Ante ello, sólo les queda esforzarse por memorizarlas. Las pruebas de rendimiento escolar reflejan principalmente lo que los estudiantes han podido recordar.

Un indicador de esa falta de comprensión es la gran cantidad de errores conceptuales que suelen cometer los estudiantes de cualquier nivel a pesar de los muchos cursos de ciencias que han llevado.

La investigación didáctica en este campo nos ha hecho notar que de alguna manera la comunicación que el profesor hace de su idea, entra en el cerebro del alumno, pero entra de otra forma. Pasa a convertirse en una idea del alumno, pero hasta cierto punto esa idea no es la misma que la del profesor.

Si no sabemos lo que piensan los alumnos y por qué opinan así, tendremos escasa posibilidades de ejercer un impacto con nuestra enseñanza, por muy hábil y adecuadamente que procedamos.

Durante los últimos años se ha ido desarrollando una variedad de procedimientos para investigar las ideas que tienen los alumnos acerca del mundo en que viven. Muchos de ellos están inspirados en los primeros estudios de Piaget.

Al respecto, Osborne (1991) resume los hallazgos generales sobre las ideas de los alumnos en materias científicas en los siguientes términos:

- a) Desde una edad muy temprana –antes de cualquier enseñanza de tipo formal en ciencia—, los niños elaboran significados de muchas palabras que se utilizan en la enseñanza de las ciencias y representaciones del mundo que se relacionan con las ideas científicas que se enseñan.*
- b) Las ideas de los niños suelen ser sostenidas con firmeza, aun cuando los profesores no sean muy conscientes de ello y a menudo resultan significativamente distintas de los enfoques de los científicos.*
- c) Esas ideas son sensatas y coherentes desde el punto de vista del niño, y con frecuencia permanecen sin recibir la influencia (o pueden ser influidas de maneras no previstas) de la enseñanza de la ciencia.*

Carles Furió (1996) agrega:

- a) Los orígenes de estas preconcepciones son debidas a experiencias personales muy variadas que incluyen la percepción, la cultura de los iguales, el lenguaje, los métodos de enseñanza, las explicaciones de los profesores y los materiales educativos.*
- b) Las estrategias didácticas que facilitan el cambio conceptual pueden ser herramientas eficaces para la clase.*

Hoy, el campo de investigación se ha ampliado a tomar en cuenta otros cambios interdependientes como los epistemológicos (por ejemplo las formas de razonamiento empleadas, las visiones distorsionadas de la ciencia, los hábitos metodológicos adquiridos, etc.) y axiológicos (por ejemplo intereses de los alumnos, actitudes hacia el aprendizaje de estudiantes y profesores, valores, etc.)

En base a tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- a) ¿Por qué los alumnos no comprenden las ideas científicas de sus profesores?*
- b) ¿Qué papel juegan las ideas previas de los alumnos en el aprendizaje de ciencias?*
- c) Entrevista a tres de tus alumnos y averigua sus ideas previas sobre algunos conceptos científicos que serán tratados en tu próxima clase.*

3.2 ENSEÑAR Y APRENDER CIENCIA

Durante la pasada década los diseñadores de currículos en muchos países, han instado a los profesores a que hagan participar más a los estudiantes en tareas experimentales para que puedan aprender la ciencia “haciéndola”.

El experimento –dirigido por el profesor, o siguiendo las instrucciones para las actividades del libro de texto, junto con el trabajo en grupo–, ha llegado a ser un rasgo común en muchas clases de ciencias.

Aunque esta forma de trabajar encuentra problemas de tipo práctico como la carencia de equipamiento, necesidad de una asistencia técnica, tiempo y espacio adecuado, también presenta dificultades de orden didáctico.

La observación y el análisis del comportamiento de los alumnos al trabajar en las aulas de ciencia ha permitido apreciar una diferencia básica entre las intenciones del profesor y el aprendizaje que se pueda producir de hecho. Esta diferencia es, a su vez, el resultado directo de algunas disparidades como:

- *Entre las ideas con que los alumnos acudían a clase y las que el profesor suponía que iban a llevar.*
- *Entre el problema científico que al profesor le hubiese agradado que investigaran los alumnos, y lo que estos entendían que era el problema.*
- *Entre la actividad propuesta por el profesor y la emprendida por los alumnos, a pesar de que él intervenía mucho.*
- *Entre las conclusiones de los alumnos y las propuestas por el profesor.*

Wittrock (1974) cree que los alumnos –en cuanto individuos– inevitablemente establecerán su propio propósito para una clase, así como sus propias intenciones con relación a las actividades que vayan a emprender. Y extraerán sus propias conclusiones, así como las tendrán en cuenta en sus reflexiones siguientes. El que estas decisiones sean similares o diferentes a las del profesor, dependerá de un cierto número de factores.

Por tanto, tenemos que tomar conciencia de que las intenciones del profesor no se pueden transferir directamente a las del alumno.

Los profesores deben proponer situaciones de aprendizaje de tal modo que las decisiones tomadas por los alumnos –de qué se trata la clase, qué se tiene que hacer, qué se puede y se debe aprender– correspondan a sus propias intenciones.

Los profesores podrán reducir las disparidades entre sus propias intenciones y el aprendizaje del alumno si toman en cuenta, entre otras cosas, las percepciones que el que aprende lleva consigo al aula.

El profesor debe organizar actividades en torno a problemas, situaciones de interés y proyectos, que seleccionados con participación de los alumnos, respondan a sus intereses más próximos, aun cuando el orden y la secuencia de los mismos no reflejen una estructura lógico-disciplinar.

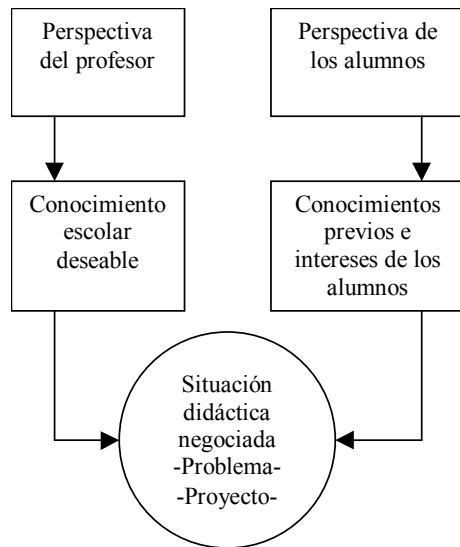


Figura 7. Situación didáctica negociada

En base a tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los límites del modelo didáctico basado en “aprender la ciencia haciéndola”?
- ¿Crees que tus intenciones como profesor de ciencias puedes transferirlas directamente a tus alumnos? Fundamenta tu respuesta.
- ¿De qué manera podrías lograr equilibrar tus propias intenciones educativas con los intereses de aprendizaje de tus alumnos?

3.3 NUEVO ENFOQUE SOBRE LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

En las últimas décadas nuestro punto de vista sobre el aprendizaje ha variado. Este se centra en la afirmación de que los alumnos construyen activamente significados a partir de su interacción con la realidad. Nadie puede hacerlo por ellos. A este nuevo enfoque se le conoce como constructivismo.

El modelo constructivista está jugando hoy un papel integrador de las investigaciones en los diferentes aspectos de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, como de las aportaciones procedentes del campo de la epistemología, psicología del aprendizaje y prospectiva sociológica. De este modo, este enfoque se ha convertido en el eje de una transformación fundamentada de la enseñanza de las ciencias.

Sin embargo, advertimos contra cualquier tentación de ver en los planteamientos constructivistas hoy en auge la “solución” a los problemas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Según este enfoque:

- Durante el aprendizaje el almacén de información del alumno y sus estrategias de procesamiento interactúan con la información sensorial disponible, que procede del entorno y lo hace seleccionando activamente algunos datos e ignorando otros.

- *El dato seleccionado por el alumno, no posee por sí mismo un significado inherente.*
- *El que aprende genera vínculos entre esa información y aquella información de su memoria que es considerada relevante por él.*
- *El que aprende extrae información de su memoria y la usa para construir activamente significados a partir del dato sensorial.*
- *El que aprende puede contrastar los significados contruidos con la memoria y la experiencia sensorial.*
- *El que aprende puede grabar sus construcciones en la memoria.*
- *El que aprende atribuirá cierto status a la nueva construcción, aunque sea subconscientemente.*

Además, West y Pines (1983) sugieren que no podemos ignorar los sentimientos del que aprende. La sensación de éxito, poder y satisfacción que se deriva de aprender a hacer algo; la satisfacción emocional de ver modelos en lo que antes era confusión; el sentimiento de bienestar procedente de ideas y puntos de vista similares a los de los amigos –posiblemente como contraste–, el sentimiento de bienestar cuando creemos haber encontrado la verdad, a pesar de lo que los demás puedan pensar; todo ello influye en el deseo de un cambio conceptual.

Sean cuales fuesen las limitaciones de este nuevo enfoque cabe subrayar lo siguiente: Cualquier aprendizaje que requiera unos cambios sustanciales en las ideas del que aprende, precisa que éste acepte la mayor parte de la responsabilidad de su modo de aprender. Pero esto no significa que los alumnos deben organizar y aportar sus propias experiencias de aprendizaje; esto es responsabilidad del profesor.

En base a tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los principales planteamientos del enfoque constructivista para la enseñanza de las ciencias?*
- ¿Cuáles son los planteamientos distintivos de los enfoques de aprendizaje :de transmisión/recepción, conductista y constructivista, con respecto al papel del docente y del alumno? Responde mediante un cuadro comparativo.*
- ¿Qué entiende por aprendizaje significativo? ¿De qué manera los profesores podríamos provocar aprendizajes significativos en los alumnos?*

3.4 MODELOS DIDÁCTICOS INNOVADORES EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Los estudios sobre el aprendizaje de la ciencia desde la perspectiva de las ideas previas de los alumnos han impulsado el desarrollo de varios modelos didácticos innovadores.

Entre estos modelos destacan:

- *Aprendizaje por cambio conceptual (Driver, Osborne).*
- *Aprendizaje por investigación o por resolución de problemas (Furió, Gil Pérez).*

Driver (1986) resume así las principales características del modelo por cambio conceptual:

- *Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia.*

- *Encontrar sentido supone establecer relaciones: los conocimientos que pueden conservarse permanentemente en la memoria no son hechos aislados, sino muy estructurados.*
- *Quien aprende construye activamente significados.*
- *Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.*

Por su parte Osborne (1991) propone un conjunto de condiciones previas:

- *El profesor necesita comprender bien los puntos de vista de los científicos, de los niños y los propios, siempre con relación a una temática de estudio.*
- *Se debe dar a los alumnos la oportunidad de que exploren el contexto del concepto, preferentemente dentro de una situación real (cotidiana)*
- *Que los alumnos clarifiquen sus puntos de vista desde las primeras etapas de la enseñanza.*
- *Dar oportunidad a los alumnos para discutir unos y otros los pros y contras de sus puntos de vista.*
- *Diseñar una secuencia didáctica que no se limite a presentar el concepto científico con la evidencia necesaria y más bien que de oportunidad para su consolidación y elaboración.*

En suma, el modelo por cambio conceptual pretende:

- *La clarificación de los puntos de vista que ya tienen los alumnos.*
- *La modificación de esos criterios hacia el enfoque de la ciencia actual.*
- *La consolidación del punto de vista científico, en el ámbito de la experiencia existente y de los valores de los alumnos.*

Sin embargo, Gil Pérez (1996) llama la atención sobre la imposibilidad de lograr un cambio conceptual efectivo, si no va asociado a un cambio metodológico que permita a los alumnos superar las formas de pensamiento de “sentido común” o del “contrajemplo” y abordar el tratamiento de situaciones problemáticas con una orientación científica.

Dicha orientación contempla:

- *Considerar cuál puede ser el interés de la situación problemática abordada.*
- *Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema, explicitando las condiciones reinantes, etc.*
- *Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia.*
- *Elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución antes de proceder a ésta, evitando el puro ensayo y error. Ello debe posibilitar la contrastación de los resultados obtenidos y mostrar la coherencia del cuerpo de conocimientos que se dispone.*
- *Realizar la resolución verbalizando al máximo, fundamentando lo que se hace y evitando operativismos carentes de significación física.*
- *Analizar cuidadosamente los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas.*

En base a tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el planteamiento principal del modelo por cambio conceptual?*
- ¿Cuál es el planteamiento principal del modelo por resolución de problemas?*
- ¿Cuál es el punto en común entre ambos modelos didácticos?*

AUTOEVALUACIÓN Nº 3

Responde marcando con una (x) sólo una de las alternativas planteadas en cada pregunta:

1. Las investigaciones didácticas en el campo de la enseñanza de las ciencias nos señalan que los alumnos presentan dificultades para aprenderla debido principalmente a:
 - () Poco interés por aprender las ciencias.
 - () Poca comprensión de los conceptos científicos.
 - () Limitadas oportunidades para hacer experimentos.
 - () Presentación de temas científicos desconectados con la cotidianeidad.

2. A la luz de las investigaciones didácticas, los profesores debemos tomar conciencia de una de las siguientes premisas:
 - () La ciencia se aprende haciéndola.
 - () Conocer bien el tema es suficiente para enseñar ciencias.
 - () Las intenciones del profesor son intransferibles directamente a los alumnos.
 - () La ciencia se aprende con un buen libro de ciencias.

3. Una de los siguientes planteamientos no corresponde al enfoque constructivista de la enseñanza de las ciencias.
 - () Durante el aprendizaje el alumno con sus conocimientos previos enfrenta los conocimientos nuevos, seleccionando activamente algunos e ignorando otros.
 - () Durante el aprendizaje el alumno extrae información de su memoria y la usa para construir activamente significados a partir del dato sensorial.
 - () El que aprende puede grabar sus construcciones en la memoria, las que de esa manera pasan a formar parte de sus conocimientos previos.
 - () El que aprende recibe la información emitida desde el exterior y la incorpora sin más en sus esquemas cognitivos.

4. El modelo didáctico por resolución de problemas va más allá del modelo didáctico por cambio conceptual al plantear:
 - () Quien aprende construye activamente significados.
 - () Quien aprende requiere de un cambio metodológico que le permita abordar el tratamiento de problemas de la cotidianeidad.
 - () Quien aprende debe modificar sus criterios hacia el enfoque de la ciencia actual.

IV. LA CIENCIA: HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO HUMANO

Esta unidad tiene como finalidad apreciar los efectos de la acción humana basada en la ciencia sobre la humanidad y su ambiente.

Diariamente solemos escuchar o leer a través de los medios masivos de comunicación que vivimos en plena Tercera Revolución Científico-Tecnológica. ¿Ello es beneficioso o no para los países como el nuestro? El hecho es que, como nuestros países no participan en los cambios impuestos por esta revolución, hemos entrado en un agudo e irreversible proceso de desindustrialización y de decadencia económica, que eventualmente nos puede llevar al aniquilamiento. Ante esto, se dice que para revertir la actual tendencia y salvar realmente al país no tenemos otra alternativa que emprender la ruta de la Tercera Revolución Científico-Tecnológica.

En ese sentido, a veces nos preguntan y también nos preguntamos:

1. *¿Qué papel juega la ciencia en nuestra vida cotidiana?*
2. *¿Cuál es la relación entre ciencia e industria?*
3. *¿De qué manera la ciencia puede ayudarnos a manejar mejor nuestro ambiente?*
4. *¿Es la ciencia hoy en día un factor decisivo en el desarrollo de la sociedad?*

Ensayá tus respuestas escribiéndolas en las líneas siguientes:

1. -----

2. -----

3. -----

4. -----

4.1 EL PAPEL DE LA CIENCIA EN NUESTRA VIDA COTIDIANA

La ciencia como factor en la vida humana es muy reciente. La ciencia, como fuerza importante, comienza con Galileo hace unos 300 años. En la primera mitad de este periodo, fue una actividad de un grupo pequeño de eruditos, sin afectar a los pensamientos o costumbres de los hombres comunes. Sólo en los últimos 150 años la ciencia se ha convertido en un factor determinante de la vida cotidiana de

todo el mundo. Según Toffler (1970) la vida se ha visto azotada por la furiosa tormenta del cambio. Y esta tormenta, lejos de menguar parece estar adquiriendo nueva fuerza.

Este cambio incide en nuestra relación con los recursos de la naturaleza, con quienes convivimos y hasta con nosotros mismos.

El hombre común quizás sabe poco y se preocupa menos del ciclo ciencia-tecnología-producción, pero advierte como cambia su ritmo de vida. Hoy se vive más de prisa:

- El teléfono, el fax y el correo electrónico nos ponen en contacto en fracciones de segundo.
- La licuadora, la lustradora, el horno de microondas, la lavadora automática, el cuchillo eléctrico o la plancha eléctrica, simplifican las tareas cotidianas del hogar.
- El automóvil, el radio, el televisor y hasta la computadora portátiles, favorecen la "impermanencia" de las personas.
- Los alimentos "light" preparados con insumos que provienen de plantas y animales "enriquecidos" por la biotecnología, servidos en "platos descartables" y "al paso", hacen que cocinar sea un verbo en desuso.
- Implantes de siliconas, liposucción, cirugía reconstructiva son una recurrencia para poner lo que falta, reponer lo que se perdió o corregir la "falla" de la naturaleza con nuestra apariencia física.
- ¿Y la familia?: Sólo existe para la procreación y la crianza del hijo en sus primeros años, luego no hay tiempo. Papá y mamá tienen que trabajar en distintos lugares y horarios para ganar lo necesario dada la precariedad del trabajo.
- La producción se ha automatizado e internacionalizado. Por eso, muchas personas se desplazan entre países para conseguir trabajo.
- La vida urbana ha fragmentado las relaciones humanas. Ha surgido el "hombre modular": Más que relacionarnos con todo el hombre, lo hacemos con un módulo de su personalidad.

Ante este panorama de cambios acelerados y que repercuten en nuestros hábitos cotidianos, los planificadores de la educación, hoy insisten que las jóvenes generaciones deben aprender a "solucionar problemas", entendiéndola como la capacidad para operar a un nivel de adaptabilidad que jamás se había observado antes en los seres humanos.

En base a tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuántos años tienes? ¿Qué diferencia de años tienes con tu menor hijo y con tu padre?
- b) Elabora un cuadro que muestre la influencia de la ciencia en la vida cotidiana de tu padre antes que tú nacieras, tu vida antes que nazca tu primer hijo y la de tu hijo en el presente. A partir de estos datos, ¿Cómo crees que será la vida del hijo de tu hijo que está por nacer?
- c) ¿Cuál es tu opinión con respecto a la influencia de la ciencia en nuestra vida cotidiana?

4.2 RELACIÓN ENTRE CIENCIA E INDUSTRIA

Según González Vigil (1990) la revolución científico-tecnológica actual tiene tres ejes de desarrollo: la telemática, el desarrollo de nuevos materiales y la biotecnología.

- La telemática, se refiere a toda la gama de innovaciones en las áreas de la microelectrónica y de las telecomunicaciones, incluyendo procesos como la robótica, la automatización y los sistemas integrados de computación en general. Su impacto está en la transformación de la organización general de los métodos y procedimientos de trabajo, tanto en la fábrica como en la oficina e incluso en el hogar.
- El desarrollo de nuevos materiales como avanzadas cerámicas industriales, plásticos finos, superaleaciones, afecta principalmente a la industria de metales. Esto obliga a crear una verdadera industria sobre la base del recurso natural, de disminuir su componente primario (puramente extractivo) y de elevar su nivel tecnológico y grado de industrialización.
- La biotecnología comprende el tratamiento de organismos vivos o partes de organismos para producir o modificar diversos productos, mejorar las características de plantas o animales, o desarrollar microorganismos para usos específicos.

Según se puede apreciar, la ciencia y la tecnología se han convertido en un factor determinante del desarrollo industrial, aunque su impacto es diferenciado entre los países desarrollados y los países en desarrollo.

Pero, también esta revolución ha producido en la industria tres efectos centrales (Abugattas, 1997):

- Desmasificación de la empresa.
- Disminución de la mano de obra.
- Cambio de la primacía del obrero, por el empleado de servicios.

Estos efectos agrandan la brecha social. La creciente incoherencia del sistema actual es, por ende, que mientras más se produce y se promueve el consumo, cada vez son menos los que pueden tener acceso a fuentes permanentes de ingreso que les permitan justamente actuar como consumidores.

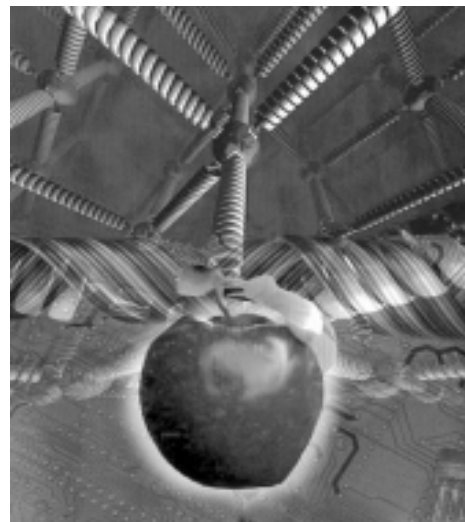


Figura 8. La ciencia influye poderosamente en el desarrollo de la industria

En base a tu lectura, responde las siguientes preguntas:

- a) ¿Por qué la ciencia y la tecnología se han convertido en un factor decisivo en el desarrollo industrial?
- b) ¿Por qué es importante conocer la relación ciencia-tecnología-producción-consumo?
- c) ¿Cuál es tu opinión con respecto a la alternativa de industrialización de nuestro país?

4.3 LA CIENCIA Y EL MANEJO DEL AMBIENTE

La industrialización de la sociedad ha tenido variadas consecuencias, como el crecimiento de la vida urbana, el crecimiento de la población, el incremento del empleo de los recursos naturales como insumos industriales, el incremento de la producción y consumo de diversos productos para satisfacer las necesidades humanas y el incremento de materiales de desecho. Todos ellos, convergen en una consecuencia mayor: depredación y contaminación del ambiente, la misma que hoy tiene dimensión de grave crisis mundial.

La solución a la crisis que enfrentamos exige acciones conscientes y concertadas de todas las personas sea cual fuere su posición en la estructura social y en la geografía del mundo.

El creciente interés mundial relativo a la necesidad de hacer algo por la conservación y el mejoramiento del ambiente para la humanidad, impulsó a las Naciones Unidas a convocar a la Conferencia de Estocolmo (1972) y posteriormente, a la Cumbre ECO'92. Sus recomendaciones han servido para poner en marcha una serie de acciones en diversos campos: manejo de recursos naturales, control de contaminantes, planificación del desarrollo urbano, información y educación ambiental, y ambiente y desarrollo.

Estas acciones han implicado el uso de la ciencia, sus teorías y técnicas, para emprender un conjunto de proyectos orientados hacia la solución de problemas concretos del ambiente.

“Un proyecto...es el signo de presencia y libertad, nos proyecta a través de un campo de posibilidades, de las cuales ejecutamos algunas y descartamos otras, lo llamamos así elección o libertad...” (J.P.Sartre). Un proyecto de acción en y para el ambiente, es en cierta forma una manifestación de libertad pero también de compromiso frente a los demás y con los demás.

De lo que se trata es que el colectivo y su respectivo grupo-líder emprendan el camino de la “solución de problemas”, cuyas fases son:

- *Identificación y formulación del problema. La observación de la realidad y la capacidad de cuestionamiento deben suministrar información suficiente para plantear el problema.*
- *Análisis del problema. La identificación de factores y el establecimiento de relaciones entre ellos debe permitir encontrar explicaciones y comprender el problema. Esto ayuda a descubrir los factores “claves” sobre los que, luego, hay que centrar el esfuerzo de búsqueda de solución. La información que provean los hombres de ciencia es una valiosa ayuda en esta fase.*
- *Búsqueda de soluciones. La búsqueda de soluciones y la posterior elección de una de ellas exige intercambio de experiencias y creatividad.*
- *Evaluación de las soluciones elegidas. La factibilidad y la toma de conciencia son indispensables en esta fase.*
- *Planificación de la acción. El compromiso asumido obliga a una acción metódica. Por ello el diseño del plan de acción es una exigencia.*
- *Ejecución de la acción. La ejecución es un medio que pone a las personas en la posibilidad real de concretar su voluntad y aspiraciones frente al ambiente.*

- *Control del proceso y Evaluación del proyecto. El control periódico permite valorar los avances y reconocer las limitaciones. Ello posibilita hacer reajustes en el plan. Por parte, la evaluación del proyecto además de valorar el logro obtenido debe relieves lo aprendido en la experiencia, condición necesaria para emprender otros proyectos.*

Si no hay sinceridad y compromiso, es imposible emprender un proyecto significativo en pro del ambiente. No sólo es necesario ciencia sino fundamentalmente tener actitud científica.

Después de esta lectura, motiva a tus alumnos y juntos emprendan la realización de un proyecto de mejoramiento del ambiente de tu colegio. Luego, nos cuentas tu experiencia.

4.4 LA CIENCIA, FACTOR DECISIVO EN EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD

La aplicación de la ciencia a las cuestiones sociales está dirigida a contribuir al logro del bienestar de la humanidad. Sin embargo, también se ha utilizado para justificar prejuicios.

Te presentamos los cinco campos de acción más importantes de la ciencia en la sociedad:

- *Un primer campo de aplicación es en la publicidad. En ella es generadora de credibilidad en los colectivos antes que en los individuos. A medida que se perfecciona su técnica, tiende a buscar cada vez menos argumentos y a hacerse cada vez más sorprendente. Siempre que se logre dar una impresión, se consigue el resultado que se persigue. Las ventajas de la publicidad hoy son reconocidas y cada vez más usadas por los políticos. El límite de la publicidad lo constituye el nivel de educación de la población.*
- *Un segundo campo de aplicación lo constituye la educación. Mediante ella se busca el desarrollo de los individuos, por un lado, y la formación de ciudadanos que sean aptos para servir al Estado o a la institución que los educa, por el otro. Si la educación propicia el juicio crítico, la credulidad es ventajosa para los individuos quienes pueden ponerse en pugna con el Estado. Y, si propicia el conformismo, entonces la credulidad es más ventajosa para el Estado.*
El uso de las invenciones modernas en este campo, ha contribuido a lograr uniformidad de opinión y a hacer hombres menos individuales. Pero, además existen otras fuentes de uniformidad: la prensa, la radio, la televisión y el cine. Todas ellas ejercen una fuerte influencia sobre las opiniones de las personas.
- *Un tercer campo de aplicación de la ciencia es en los asuntos de salud pública. Los perfeccionamientos en medicina, en higiene, en sanidad, en régimen alimentario, han influido en la disminución del sufrimiento e infelicidad de las poblaciones humanas.*
- *Un cuarto campo es la cuestión de la banca y del crédito. El crédito se ha convertido en una fuerza inmensa para regular la vida económica de todos los países; pero aunque sus principios son bien comprendidos por los expertos, las dificultades políticas radican en la utilización adecuada de estos principios. Hasta ahora sólo han generado una gran brecha económica y social entre países y al interior de cada país.*

- *Por último, la ciencia tiene mucha influencia en la organización tanto del Estado como de las instituciones de todo tipo, particularmente, las productivas como vimos en el punto anterior. En la actualidad la dimensión de los problemas derivados del crecimiento tecno-económico requiere organizaciones mundiales. Se tiene la esperanza de que la ciencia, en este escenario, podrá lograr los resultados de que es capaz, en el camino de procurar el desarrollo humano.*

El recorrido por estos escenarios, no nos debe hacer dudar de la exigencia y prioridad de impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología orientando sus bondades hacia la industrialización, con medianas y grandes empresas, donde haya articulaciones y servicios eficientes. Y donde la participación de las personas y el respeto a sus derechos, sean parte de un modelo integral de desarrollo del país, sin dejar de tomar en cuenta las exigencias de una economía internacional cada vez más globalizada.

Después de leer con interés, responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué ejemplos pondrías sobre aportes de la ciencia y la tecnología en cada uno de los cinco campos que se han revisado?*
- ¿Puede esbozarse el desarrollo de una sociedad sin tomarse en cuenta los aportes de la ciencia? Fundamenta tu respuesta.*
- ¿Es pertinente que el impulso del desarrollo económico vaya articulado con el desarrollo humano? ¿Por qué?*

AUTOEVALUACIÓN N° 4

1. ¿Qué opinión te merece la influencia de la ciencia en nuestra vida cotidiana?

2. ¿Cuál es tu opinión acerca de la ciencia como factor del desarrollo de la industria?

3. ¿Qué te parece la utilización de la ciencia en el manejo del ambiente?

4. ¿Cuál es tu punto de vista sobre la ciencia en el desarrollo de la sociedad?

GLOSARIO

Actitud: tendencia a comportarse de una forma consistente y persistente ante determinadas situaciones, objetos, sucesos o personas. Las actitudes traducen a nivel de comportamiento, el mayor o menor respeto a unos determinados valores y normas: conducta de respetar, de ordenar, de ayudar, de cooperar, etc.

Análisis: proceso de razonamiento que posibilita descomponer el todo en sus partes.

Constructivismo: en el campo de la pedagogía, es una concepción que integra un conjunto de principios que permiten comprender la complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje, el mismo que se articulan en torno a la actividad intelectual implicada en la construcción de conocimientos.

Deducción: proceso de razonamiento donde se parte de una premisa general para explicar hechos particulares.

Experimentación: es un procedimiento de las ciencias fácticas que implica la modificación deliberada de algunos factores, es decir, la sujeción del objeto de experimentación a estímulos controlados.

Hipótesis: son proposiciones o enunciados que se formulan con la pretensión de dar respuesta satisfactoria a las preguntas que expresan problemas científicos. Son ensayos de respuestas a preguntas del tipo ¿Por qué.....? ó ¿Cuál es la relación entre ... y ...?

Inducción: proceso de razonamiento, donde partiendo de casos particulares se llega a una conclusión general, al descubrirse una regularidad entre esos casos.

Ley Científica: es una proposición que a menudo toma forma de ecuación acerca de pautas objetivas. Son pautas a nivel del conocimiento, y son objetivas por ser hipótesis acerca de rasgos generales de la realidad.

Observación: es un procedimiento de recopilación de datos e información que consiste en utilizar los sentidos para captar los hechos o fenómenos de la realidad presente. La observación científica es búsqueda deliberada, llevada con cuidado y premeditación, en contraste con las percepciones casuales, y en gran parte pasivas, de la vida cotidiana.

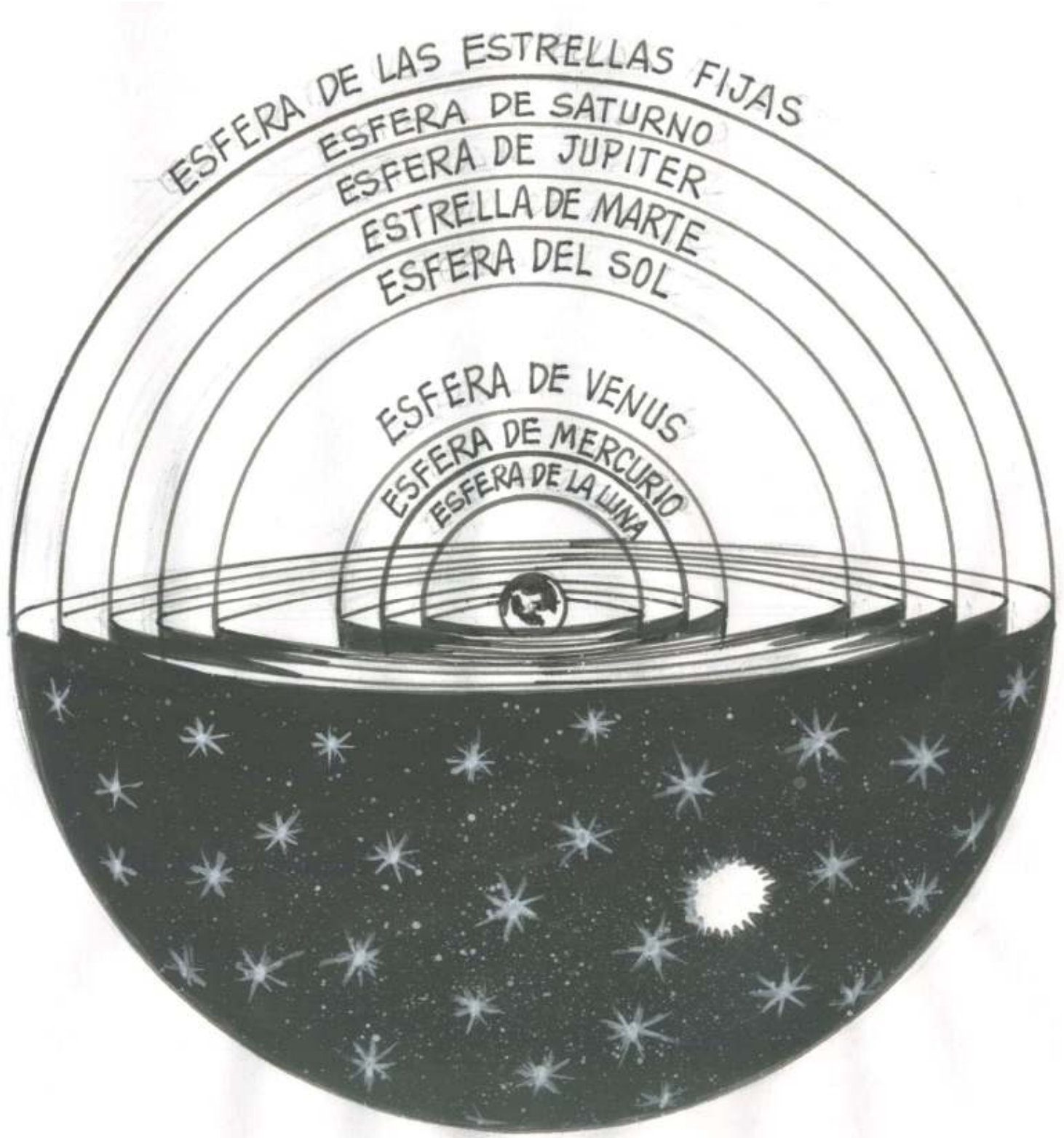
Paradigma: sistema de creencias fundamentales que orientan las acciones humanas. Lo fundamental es que esas creencias no pueden ser probadas o refutadas, pero representan las posiciones más firmes que estamos dispuestos a adoptar.

Telemática: conjunto de técnicas y servicios cuya finalidad es combinar las posibilidades que ofrecen las telecomunicaciones y la informática para beneficiarse de su asociación en numerosas aplicaciones prácticas. El objeto esencial de la telemática es el aprovechamiento de las muchas aplicaciones a que se presta la triple combinación del teléfono, la televisión y la computadora.

Teoría Científica: es un sistema hipotético deductivo de enunciados entre los cuales se ha establecido una relación lógica de derivabilidad o fundamentación.

BIBLIOGRAFÍA

- ABUGATTAS, Juan y TUBINO, Fidel. *Consecuencias de los cambios globales para la educación*, Lima: Foro Educativo.1997.
- BROWN, Robert J. *200 Experimentos Científicos Ilustrados para niños*. TAB BOOKS.1987.
- FURIÓ, Carles J. “Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias”, en: *Rev. Alambique*, III-7, pág. 7-17. Barcelona: 1996.
- GIL PÉREZ, Daniel y DE GUZMÁN OZÁMIZ, Miguel. *Enseñanza de las Ciencias y Matemáticas*. OEI, Biblioteca Virtual.1993.
- GONZÁLEZ VIGIL, Fernando. “Tendencias tecnológicas y cambios en la división internacional del trabajo: Implicaciones productivas y comerciales para los países en desarrollo”, en *Revista Peruana de Ciencias Sociales*, Vol.2, Nº 3, pág. 11-47. Lima: 1990.
- HAWKING, Stephen W. *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. Barcelona: Crítica. 1989.
- KUHN, T. S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 9ª reimpresión. 1992.
- MERLEAU-PONTY, Jacques. *Albert Einstein. Vida, obra y filosofía*. Ciudad de la Habana-Cuba: Editorial Científico-técnica. 1996.
- MUÑOZ ORDOÑEZ, José, (Coord.) *Las Ciencias Naturales y la concepción del mundo de hoy*. Lima: Asociación Cultural Peruano-Alemana. 1979.
- MUÑOZ PORTUGAL, Ismael. “Política social y modelo económico”, en *Revista Páginas*, Nº 139, págs. 23-35. Lima:1996.
- OSBORNE, Roger y FREYBERG, Peter. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las “ideas previas” de los alumnos*, Madrid: Narcea, 2ª ed.1995.
- PORLÁN, Rafael. *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada, 2ª ed.1995.
- RUSSELL, Bertrand. *La perspectiva científica*. Barcelona: Ariel. 1969.
- THUILLIER, Pierre. “¿Poseían los griegos la noción de error experimental?”, en *Rev. Mundo Científico*, Nº 103, págs. 698-701. Barcelona:1990.
- TOFLER, Alvin. *El shock del futuro*, Barcelona: Plaza & Jane.1993.
- UNESCO-PNUMA. *Módulo educacional sobre la conservación y manejo de los recursos naturales*, Santiago, Chile: OREALC, 1987.
- USABIAGA, Carmen. *Aproximación didáctica al método científico*. Madrid: Narcea, 1984.



ESFERA DE LAS ESTRELLAS FIJAS

ESFERA DE SATURNO

ESFERA DE JUPITER

ESTRELLA DE MARTE

ESFERA DEL SOL

ESFERA DE VENUS

ESFERA DE MERCURIO

ESFERA DE LA LUNA