

**Prof. Maricarmen Grisolia**

Dpto. de Pedagogía y Didáctica

Edif. D, 3er Piso. Ext.: 3807

e-mail: marygri@ula.ve

<http://webdelprofesor.ula.ve/humanidades/marygri>

Semestre I-2008

## CIENCIAS NATURALES

### ¿QUÉ ES LA CIENCIA?

#### (Introducción a la Ciencia y sus métodos)

#### ¿QUÉ ES CIENCIA?

La palabra "Ciencia" tiene su origen etimológico en el latín *Scientia*, que significa "conocimiento". En general, la palabra Ciencia engloba a todas las áreas del saber, aunque el conocimiento que se considera científico difiere en gran medida del conocimiento popular, y la diferencia está básicamente, en la forma en que ese conocimiento es construido.

El conocimiento científico, indiferentemente del área del saber a la que pertenezca, debe poseer ciertas características que lo separan del saber coloquial. Por ejemplo, para que un conocimiento se considere científico debe poseer cierto grado de reproducibilidad y sistematicidad, y debe haber sido construido sobre la base de algún proceso metodológico confiable. Si bien muchos de los descubrimientos científicos más importantes en la historia de la sociedad se han realizado de manera casual y, en algunos casos, accidental, esos nuevos saberes son incorporados al conjunto de conocimientos científicamente aceptados una vez que han podido ser comprobados y explicados mediante alguna teoría. Es así que el proceso de producción de conocimiento científico sigue ciertos parámetros que permiten incorporar nuevas informaciones y explicaciones a las situaciones, fenómenos, procesos y propiedades de los distintos objetos de estudio, de manera que los conocimientos obtenidos sean verificables, sistemáticos, y obedezcan a un conjunto de leyes y principios teóricos. Cuando esto se cumple, se dice que ese conocimiento posee *rigor científico*.

Puede decirse entonces que la Ciencia es un conjunto de conocimientos referentes a una determinada área del saber, que han sido construidos mediante procesos metodológicos previamente acordados como válidos. Estos conocimientos son considerados verdaderos dentro de un marco teórico que permite explicarlos.

Dependiendo de las áreas del saber dentro de las que produce conocimiento, la Ciencia puede ser **formal** (como la Matemática), **social o humana** (como la Psicología y la Historia), o **natural** (como la Biología y la Geología).

Tabla 1: Las Disciplinas Científicas

Disciplina	Nombre	Estudia
Ciencias Humanas o Sociales	Psicología	Los procesos mentales y su relación con la conducta, tanto de personas como de animales
	Sociología	La estructura y el funcionamiento de las sociedades humanas
	Filosofía	Los principios que organizan y orientan el conocimiento de la realidad
	Historia	Los acontecimientos y sucesos del pasado
	Economía	Los métodos para satisfacer las necesidades humanas de manera eficiente, y el manejo de los recursos disponibles para ello
	Geografía	La descripción de la Tierra
Ciencias Naturales	Química	Las propiedades y las transformaciones de la materia
	Física	Las propiedades de la materia y la energía, y las interacciones entre éstas
	Biología	Los seres vivos
	Geología o Ciencias de la Tierra	La forma de la Tierra, los materiales que la componen, y los cambios que sufre
Ciencias Formales	Matemática	Las propiedades y las relaciones de los entes abstractos como números y figuras
	Lógica	Las leyes y las formas del conocimiento científico

#### EL NACIMIENTO DE LAS CIENCIAS

Si bien el pensamiento filosófico y el científico han evolucionado independientemente uno del otro con el tiempo, no puede negarse la influencia de los filósofos de Mileto, en la antigua Grecia (también llamados *filósofos presocráticos*), a quienes se les atribuye la gran cualidad de haber dado origen a lo que hoy conocemos como Ciencia.



Mapa de la antigua Grecia

Antes del año 600 a.C. los fenómenos eran explicados en el contexto de la magia, la religión y la experiencia, por lo que a este periodo se le conoce como la Era Precientífica. En el siglo VI a.C. los filósofos griegos empezaron a construir explicaciones racionales y naturales a los fenómenos, preguntándose qué es la esencia que lo compone todo, aquello que es universal al mundo, común, que lo forma todo, el *arkhé*.

Uno de los primeros sabios griegos que investigó las causas fundamentales de los fenómenos naturales fue, en el siglo VI a.C., el filósofo Tales de Mileto, quien estudió semillas y animales para encontrar aquello que era común a todas las cosas. Encontró humedad en todas sus muestras, por lo que concluyó que era el agua aquello que lo es todo y está en todo.

Para los filósofos presocráticos en un principio fue importante pensar sobre aquello que formaba todas las cosas. Las primeras ideas sobre el *arkhé* (el principio esencial) desarrolladas por Tales de Mileto exponían que todo estaba constituido por la materia esencial que cualitativamente era indistinguible para todo lo existente y todos los seres, los cuales tomaban sus formas individuales, percibidas sensorialmente, luego de una o varias transformaciones de la materia inicial.

Más tarde, surgieron diversas ideas: Anaximandro decía que es el *apeyron*, lo indeterminado, lo que da origen a todas las cosas; Anaxímenes, posteriormente, sostuvo que lo indeterminado, lo ilimitado, es el aire. Heráclito, por su parte, se preocupó del devenir de las cosas, del cambio, del paso del tiempo: el *arkhé*, o la *physis*, no es inmutable, ni es una sola cosa, no es estática; la sustancia común está en eterno movimiento y engendra así todo lo que hay en el mundo.

El matemático y filósofo Pitágoras, de época posterior (582-500 a.C.), estableció una escuela de pensamiento en la que las matemáticas se convirtieron en disciplina fundamental en toda investigación científica, reconociendo la conexión entre las matemáticas y la naturaleza. Los pitagóricos hicieron la distinción entre materia y forma, aún conservando la idea de la materia como aquello netamente esencial, único, limitado únicamente por lo que es la forma.

Hasta entonces la *physis* era concebida como una única entidad, material (para los milesios) o no (para los pitagóricos), que estaba contenida en todo y era el *arkhé*, la esencia de todo. Apareció entonces una línea de pensamiento filosófico que se permitió concebir la *physis*, aquello que es común a todas las cosas del mundo, no como una única entidad, sino más bien como una mezcla, definida o indefinida, limitada o ilimitada, de varios elementos principales que no son transformables o descomponibles los unos en los otros.

Así, fue Empédocles quien introdujo el concepto de los elementos (agua, aire, tierra y fuego), complementando las ideas anteriores de que todo estaba formado por agua o por aire. Estos elementos estarían contenidos en todo, como una mezcla de algunos o todos ellos, en proporciones variables pero definidas, formando así la infinidad de materiales existentes. Por su parte, Anaxágoras propuso las *homeomerías*: todo es una repetición infinita de partes que lo contienen todo, todos los materiales están contenidos en cada uno, en proporciones tales que sólo es perceptible a nuestros sentidos aquel material que se encuentra en mayor proporción respecto a los demás.

Entre los siglos V y IV a.C. Leucipo y Demócrito articularon la versión más temprana conocida del atomismo. Con ellos se creó el concepto de que todo está formado por átomos, partículas indivisibles y equivalentes entre sí, diferentes sólo en forma, orientación y cantidad, que conforman todos los materiales. Se constituyó entonces una forma de pensamiento pluralista, en la que la sustancia que lo conforma todo es a su vez muchas entidades elementales, ilimitadas, que mezcladas y combinadas en número y forma diferentes crean el mundo que somos y habitamos.

Más tarde, en la Academia de Platón (427-347 a.C.) se subrayaba el razonamiento deductivo y la representación matemática, enfatizando el valor de la teoría. Platón desarrolló el pensamiento socrático del algo absoluto, el ser como tal, la verdad como tal, y ubicó todo eso en su mundo de ideas. Para Platón todo aquello real y verdadero se encontraba únicamente en el mundo de las ideas, al cual sólo se tiene acceso a través del aprendizaje y por medio del alma. Así, el pensamiento es la herramienta para acceder al conocimiento verdadero, siendo falso el conocimiento adquirido en el mundo real, el mundo de las sombras.

El "amor platónico" es el amor ideal, aquel que está en el mundo de las ideas.

Este conocimiento, adquirido mediante el contacto directo con las cosas de este mundo a través de la percepción sensorial de los cambios, era para Aristóteles el conocimiento verdadero. En el Liceo de Aristóteles (384-322 a.C.) primaban el razonamiento inductivo y la descripción cualitativa, basando la lógica y el sentido común en la observación y la clasificación de los fenómenos naturales. En este punto se tienen ya bien definidos dos enfoques de la Ciencia (el deductivo y el inductivo, que revisaremos más adelante), cuyas interacciones han llevado a la mayoría de los avances de la Ciencia moderna. Así también se produjo, desde ese entonces, la separación de la Ciencia en las principales disciplinas científicas (las ciencias humanas, naturales, y formales), y éstas a su vez en diversas ramas, cada vez más especializadas, aunque todas con un mismo origen.

## LA EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Desde los orígenes de la Ciencia, los conocimientos que se han producido en las diferentes disciplinas han sido cambiantes y se han complementado con nuevos conocimientos. Esto podemos verlo, por ejemplo, en la forma en que los antiguos filósofos concebían la materia, tal como se narró en la sección anterior.

Existen diversas corrientes que explican cómo el conocimiento científico se construye, aumenta y cambia al pasar el tiempo. Estas *Corrientes Epistemológicas* describen la forma en que evoluciona el conocimiento científico.

La Epistemología (del griego, *episteme*, que significa "conocimiento"; y *logos*, que significa "teoría") estudia los fundamentos y métodos del conocimiento científico, sus características y su evolución.

Desde los tiempos de Platón y Aristóteles, la discusión sobre la validez y la importancia de los conocimientos sensoriales (empíricos) y de los racionales (teóricos) continúa hasta nuestros días.

En la Edad Media, Roger Bacon (1214-1274) dio gran importancia al empirismo, y contribuyó a moldear el Método Científico a partir de la observación. Por su parte, Tomás de Aquino (1225-1274) consideró la experiencia sensorial como el punto de partida para los conocimientos, y la lógica del pensamiento como el método para consolidarlos. Ambos filósofos de la Ciencia eran religiosos.

En el Renacimiento, fueron muy importantes para la Ciencia las contribuciones del polaco Nicolás Copérnico (1473-1543), el italiano Galileo Galilei (1564-1642), y el francés René Descartes (1596-1650). Los dos primeros enfatizaron la importancia del lenguaje matemático para el estudio y comprensión de la realidad, instaurando el proceso de medición como indispensable para la Ciencia. Descartes, junto a Gottfried Leibniz (1646-1716) constituyen dos de los filósofos representativos de una corriente conocida como el *Racionalismo*, que centra el conocimiento científico en el trabajo con la razón y con la inteligencia, con el pensamiento y con los conceptos. Para Descartes el hecho de pensar es lo que nos hace existir. La corriente epistemológica contraria al Racionalismo es la del *Empirismo* o *Materialismo*, a la que pertenecen los filósofos Tomás Hobbes (1588-1679), John Locke (1623-1704) y David Hume (1711-1776). De acuerdo a esta corriente no hay trascendencia ni verdades eternas, es la experiencia sensible la

que determina lo que es verdad; como esta experiencia no se concluye nunca, no habrá ya verdades eternas con vigencia absoluta.

En la actualidad, son tres las principales corrientes epistemológicas que buscan explicar cómo evoluciona el conocimiento científico: El *Racionalismo Crítico* o *Falsacionamismo* de Karl Popper (1902-1994) establece que para que una teoría científica sea aceptada como verdadera debe poder ser comprobada mediante experimentación, y estar sujeta a la posibilidad de ser refutada (falseada); una variante de esta corriente es la de Imre Lakatos (1922-1974), quien indica que para refutar una teoría científica, además de probar que es falsa, se debe contar con una teoría mejor. La *Teoría de las Revoluciones Científicas* de Thomas Kuhn (1922-1996) señala que la Ciencia es el producto de la actividad de una comunidad científica, que se desarrolla dentro de un "paradigma" (conjunto de valores, conocimientos y métodos compartidos y aceptados) de manera acumulativa, y que evoluciona cuando un paradigma es reemplazado por otro, lo que llama "revolución". Finalmente, Paul Feyerabend (1924-1994) con su *Anarquismo Teórico* asegura que no existen criterios universales para validar los conocimientos científicos sobre otros tipos de conocimiento, ya que ninguna teoría será nunca completamente consistente con todos los hechos importantes; es así que para Feyerabend la Ciencia es sólo una forma de pensar, y es tan válida como cualquier otra.

Así, muchos filósofos han tratado de explicar, desde sus propias concepciones, lo que puede ser considerado conocimiento científico, y la forma en que éste se construye y evoluciona. Lo que es importante es comprender que el concepto de Ciencia no es estático sino dinámico y evolutivo, y que la forma en que la humanidad ha concebido y producido la Ciencia ha cambiado al pasar de los años.

#### DEL MODELO A LA TEORÍA

Para poder avanzar en nuestro recorrido sobre la naturaleza de la Ciencia, debemos primero establecer algunas definiciones de términos que se emplean en el marco del quehacer científico.

Para comenzar, conviene señalar que la Ciencia continuamente se vale de *modelos* para describir y explicar los fenómenos que estudia. Un modelo es una representación teórica de algún fenómeno u objeto de estudio, que además puede ser utilizado para realizar predicciones que se pueden comprobar mediante experimentación. Mediante el uso de modelos se facilita la comprensión y el estudio del comportamiento de la realidad. Muchas veces se utilizan modelos en Ciencia sobre aquellas realidades que no podemos observar a simple vista, como lo puede ser un átomo o una célula.

La construcción de modelos se basa en la formulación de *hipótesis*. Una hipótesis es una afirmación o predicción sobre algún hecho o fenómeno que aún no ha sido comprobada o corroborada. En Ciencia se utilizan las hipótesis para iniciar procesos de investigación acerca de una realidad que se encuentre bajo estudio. Por ejemplo, si se quiere estudiar lo que sucede cuando se mezcla sal con distintos tipos de líquidos o solventes, se puede partir del supuesto de que la sal se disolverá en igual proporción en todos los solventes empleados. Esa es la hipótesis, y la forma de corroborarla (o refutarla) es realizando los experimentos necesarios (es decir, mezclando sal con distintos solventes).

Otro término importante a definir es la *ley*, que se refiere a una generalización de una situación empírica que se repite regularmente. Es decir, cuando un fenómeno se presenta siempre de una misma forma, éste termina convirtiéndose en una ley. Son leyes la Ley de Gravitación Universal de Isaac Newton (que describe la atracción entre los cuerpos materiales, como la de la Tierra hacia todos los objetos sobre ésta, o la del Sol para con los planetas del Sistema Solar), la Ley de la Conservación de la Energía (que establece que la energía del Universo no se crea ni se destruye, sino que sólo se transforma o se transfiere), y las Leyes de la Genética de Gregor Mendel (que explican la manera en que la información genética es heredada de nuestros padres).

Finalmente, el conjunto de conocimientos y leyes que describen, explican y predicen fenómenos o realidades con características comunes es una *teoría*. Existe así la Teoría de la Relatividad, de Albert Einstein, que corresponde al estudio del comportamiento de objetos que se mueven a muy altas velocidades (cercanas a la velocidad de la luz), o la Teoría de la Evolución, de Charles Darwin, que explica la evolución de todas las especies terrestres. Muchos grandes científicos han desarrollado cuerpos de conocimientos (teorías) que hoy en día se mantienen vigentes y nos permiten comprender mejor nuestra realidad.

#### DEDUCCIÓN VERSUS INDUCCIÓN

Las teorías científicas de las que nos valemos hoy día han sido producto de procesos de investigación que conllevan, principalmente, dos procesos de construcción del conocimiento: la Deducción y la Inducción. Desde los días de Platón y Aristóteles se ha discutido acerca de la importancia de uno y de otro, pero en realidad ambos constituyen procesos elementales del quehacer científico.

En este ámbito, la Deducción, o el *Método Deductivo*, se refiere a la explicación de un fenómeno a partir de una hipótesis más general, una ley o una teoría. Este método conlleva la predicción de una situación que puede ser comprobada o refutada mediante la experimentación. Se dice que mediante la deducción se va de lo general a lo particular. Un ejemplo de esta forma de producir conocimiento científico puede ser el ocurrido a mediados del s. XVIII cuando se descubrió el planeta Neptuno.

Los astrónomos Urbain Le Verrier (en Francia) y John Couch Adams (en Inglaterra) notaron que el movimiento del planeta Urano no se adaptaba a las predicciones teóricas de la Mecánica Newtoniana (la teoría que explica el movimiento de los objetos, incluyendo el de los planetas del Sistema Solar), por lo que supusieron que debía existir otro planeta que aún no se había descubierto. Con esta hipótesis, estos astrónomos realizaron predicciones matemáticas de la órbita de ese nuevo planeta, y posteriormente, en 1846, se comprobó su existencia mediante la observación.

Otra forma de producir conocimiento científico es mediante la Inducción, o el *Método Inductivo*. Mediante este método de razonamiento se obtienen conclusiones generales a partir de una serie de afirmaciones o *premisas* particulares. Es, de hecho, de forma inductiva que se formulan las leyes científicas. Las premisas en el método inductivo se obtienen empíricamente, mediante la observación o la experimentación. Posteriormente, se organizan y clasifican los resultados experimentales para extraer de ellos generalizaciones, que conformarán una hipótesis

basada en el análisis de los resultados. La hipótesis así formulada (mediante el razonamiento inductivo) puede ser luego confrontada con la realidad mediante otro experimento. Con la inducción se va de lo particular a lo general. Ya que muchas veces no es posible abarcar todas las posibles premisas particulares, las leyes formuladas inductivamente son refutables.



Si observamos diariamente por dónde sale el sol cada mañana durante tres meses veremos que lo hace por el Este; así, podemos inducir que "el sol **siempre** sale por el Este". Esta afirmación es una ley que no posee carácter de validez universal (pues tendríamos que seguir haciendo las observaciones por siempre), pero que diariamente puede ser puesta a prueba y confirmada.

#### EL MÉTODO CIENTÍFICO

Una de las formas de producción de conocimiento científico más reconocida mundial e históricamente es el llamado *Método Científico*. El Método Científico tiene muchas ventajas, entre las que destacan su sistematicidad a la hora de organizar la información y de extraer conclusiones, y su rigor científico en términos de la objetividad con la que se procesan los datos y se analizan los resultados.

El Método Científico es el conjunto de pasos mediante los cuales se puede producir conocimiento científico.

En general, los pasos a seguir en el Método Científico son los siguientes:

- 1) *Observación*: Mediante la observación se pretende estudiar las características de la realidad bajo estudio, y las posibles relaciones que existan entre ésta y otros elementos que la rodeen.
- 2) *Formulación del Problema*: Una vez recopilada cierta cantidad de información mediante la observación, se procede a la formulación del problema de estudio, el cual puede estar representado por una pregunta que se quiere responder. La pregunta correspondiente al problema debe poder ser respondida mediante la experimentación.
- 3) *Formulación de la Hipótesis*: Una vez identificado el problema de estudio, se procede a formular una hipótesis (una suposición) que le dé respuesta.
- 4) *Experimentación*: A continuación se realiza el proceso de experimentación, que conlleva la observación más detallada, dirigida y programada de la situación o realidad en estudio. En el proceso de experimentación se podrán manipular *variables* (modificar algunas de las

características observadas a ver si se producen cambios en el fenómeno bajo estudio) y se recopilará, de manera organizada, toda la información disponible.

- 5) *Comprobación o Refutación de la Hipótesis*: Una vez recogidos todos los datos se procede a su análisis, el cual permitirá verificar si la hipótesis planteada al comienzo era verdadera o falsa.
- 6) *Formulación de Teorías (Conclusiones)*: En función de los resultados de la investigación, la hipótesis podrá ser elevada a la categoría de Teoría, o se deberán proponer nuevos estudios con nuevas hipótesis para profundizar en la comprensión y explicación del problema de estudio.

#### OTRAS FORMAS DE HACER CIENCIA

El Método Científico no es la única forma de producir conocimiento científico, aunque sí es la más común, y se asocia con la investigación *cuantitativa*, ya que conlleva procesos de observación, medición, y manipulación de variables. En contraste con los métodos cuantitativos, existen métodos *cualitativos* de investigación, que también son útiles para producir conocimiento científico.

Existen variados métodos de investigación cualitativa, pero la diferencia básica entre estos y los métodos de investigación cuantitativa se encuentra en los métodos de recolección de la información y en la forma de análisis de los datos. En el enfoque cualitativo la información relevante para la investigación puede incluir, además de datos concretos o físicos, opiniones y conductas de personas, y otros aspectos que no necesariamente pueden ser expresados mediante números o relaciones numéricas. Por esta razón, se suele decir que la investigación cualitativa es subjetiva, aunque no necesariamente es así, pues el investigador puede recolectar la información necesaria en forma objetiva, sin emitir juicios de valor al respecto de las mismas y sin que su forma de pensar modifique los datos recolectados. Dada la naturaleza de estos datos, el análisis de los mismos debe efectuarse en forma radicalmente diferente al caso de datos cuantitativos; así, los datos cualitativos son revisados y estudiados cuidadosamente sin que existan ecuaciones matemáticas que puedan relacionarlos, sino con la mera interpretación de los mismos por parte del investigador.

La investigación cualitativa también goza de validez y rigor científicos, siempre que se realice de manera sistemática, planificada y organizada. Sin embargo, en varios ámbitos de la Ciencia la investigación cualitativa no provee resultados suficientemente útiles, por lo que, en algunos casos, es considerada no válida.

El Método Científico es sólo una forma sistemática de organizar la información, y no debe ser interpretado como el único método de producción de conocimiento científico. Se debe permitir a los y las estudiantes desarrollar habilidades en la investigación cualitativa que permitan complementar su visión del mundo.



## LO QUE ES CIENCIA, Y LO QUE NO LO ES

Además del conocimiento científico, existen otras formas de conocimiento que pueden resultar igualmente válidos dependiendo del contexto en que se empleen. En general, se distingue entre el conocimiento científico y el conocimiento *cotidiano* o *popular*. Muchas veces, los conocimientos populares son contradictorios con los científicos, y por esta razón son considerados no válidos o no verdaderos. Por ejemplo, la Ley de Gravitación Universal establece que todos los cuerpos sobre la Tierra caen hacia ella con una aceleración constante igual a  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Esto quiere decir que si dejamos caer dos objetos diferentes desde una misma altura, estos tocarán el piso al mismo tiempo. Sin embargo, nuestra experiencia diaria nos dice que esto no es cierto, pues si dejamos caer una piedra y una pluma al mismo tiempo desde la altura de nuestros hombros la piedra tocará el suelo primero. Entonces, ¿cuál es la verdad: la que predice la Ley científica o la que observamos mediante nuestros sentidos?

Estas contradicciones las presentaban ya los filósofos de la antigua Grecia. En realidad, ambos puntos de vista son verdaderos, puesto que cuando observamos fenómenos como la caída de un objeto estamos obviando otras informaciones relevantes que modifican los resultados (como el hecho de que los objetos tienen diferentes formas, o que el viento afecta más a algunos que a otros). Es así que para que un conocimiento sea considerado válido o verdadero (es decir, para que tenga carácter científico) debe haberse contrastado con la realidad, ser comprobado mediante experimentación, y haber tomado en cuenta múltiples variables mediante procesos de investigación sistemáticos y rigurosos.

No es, entonces, que nuestros conocimientos populares sean falsos o incorrectos, es sólo que *no son válidos* desde el punto de vista científico, pero bien nos sirven para desenvolvemos en nuestro ambiente cotidiano. Lo importante es saber distinguir en qué contexto se deberá utilizar cada tipo de conocimiento.

Muchas veces estas ideas cotidianas o populares que se tienen sobre los fenómenos interfieren en el aprendizaje de las teorías científicas que permiten explicarlos. En Didáctica de las Ciencias esta problemática se identifica con el nombre de *Ideas Previas* o *Preconcepciones*, que pueden presentar los y las estudiantes al momento de enfrentarse a contenidos científicos específicos (Carretero, 1997). Es muy importante que los y las docentes puedan identificar estas ideas previas que tengan sus estudiantes, de manera de tomarlas en cuenta e intentar modificarlas adecuadamente para lograr aprendizajes significativos.

## EL ENFOQUE CTS

En épocas recientes se ha comenzado a prestar especial atención a las relaciones existentes entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, en lo que se conoce con el nombre de *Enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad* o *Enfoque CTS*. Este enfoque consiste en la convergencia de diversas áreas del conocimiento en la explicación de la articulación del avance social, científico y tecnológico de una comunidad.

Así como la generación del conocimiento científico ha contribuido al avance tecnológico, y éste, a su vez, al desarrollo de las sociedades, también se entiende que es la misma sociedad la que, de forma directa o indirecta, propicia el desarrollo de ciertos campos de la Ciencia,

privilegiándolos sobre otros. Un ejemplo muy representativo de este tipo de situaciones es el correspondiente a la creación de la bomba atómica en 1945, la cual fue desarrollada en los Estados Unidos gracias a importantes contribuciones económicas por parte del gobierno de ese país, en una carrera por desarrollar una tecnología que les permitiera ganar la guerra antes de que lo hiciera el bando contrario (los alemanes). Las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad no sólo se manifiestan en situaciones negativas. En los últimos años se han invertido grandes sumas de dinero en todo el mundo para financiar investigaciones científicas dirigidas a encontrar la cura de enfermedades mortales, como el cáncer y el SIDA.

En nuestro país, observamos cómo la sociedad interviene en la creación de conocimiento científico y en el desarrollo de nuevas tecnologías mediante los aportes que realizan las diferentes instituciones gubernamentales (generalmente a través del Ministerio de Ciencia y Tecnología) para financiar proyectos de investigación orientados a la búsqueda de soluciones a los problemas sociales que más nos afectan. Otro ejemplo es la adopción de una política de uso del llamado *Software Libre*, que ha impulsado el crecimiento de Pequeñas y Medianas Empresas que desarrollan ese tipo de tecnologías, lo cual ha también contribuido a la conformación de una cultura científica y tecnológica más justa y más social.

El Enfoque CTS aplicado a la Enseñanza de la Ciencia facilita la selección de los contenidos a desarrollar en un curso de Ciencia de algún nivel educativo en específico. Es precisamente con este enfoque que se plantea un proceso educativo basado en la selección y ejecución de Proyectos de Aprendizaje, que parten de la realidad propia del grupo de estudiantes y que contribuyen en el logro de aprendizajes significativos e integrales.

#### LA CIENCIA CON CONCIENCIA

La ciencia ha tenido un desarrollo magnífico y asombroso en los últimos años: desde la formulación y refinación de la teoría atómica cuántica hasta los recientes logros en manipulación genética, avances y descubrimientos todos con innumerables aplicaciones, antes pensadas imposibles. Pero cuando la información se encuentra en las manos equivocadas, las consecuencias son tan inmensurables como su propio valor científico.

La impredecibilidad de los descubrimientos y logros de la Ciencia es un factor de gran riesgo. Otro es su dependencia de los valores éticos y morales de quienes la hacen y la usan, y ha sido ese el motivo de que muchos avances científicos se hayan virtualmente transformado en desgracias. La indebida manipulación del conocimiento ha hecho que muchos de los grandes logros y descubrimientos científicos sean de graves consecuencias, pero también esos lamentables acontecimientos han inducido la reflexión acerca de la aplicación responsable del conocimiento científico y la correcta utilización de los recursos tecnológicos.

Sin duda alguna la Ciencia y la Tecnología han ido de la mano con el crecimiento de la humanidad; ha sido el mal uso del conocimiento científico el responsable de los aspectos más negativos de los grandes avances de la Ciencia (como por ejemplo la creación de la bomba atómica y de armas biológicas) y es también el culpable de la existencia del temor y el rechazo popular hacia la Ciencia. Pero no se puede negar que la Ciencia ha hecho invaluable contribuciones a la humanidad, y los resultados están a la vista: grandes avances en medicina que minimizan las enfermedades y aumentan las expectativas de vida, la colocación de satélites en el espacio, la existencia de grandes ciudades modernas, la creación de nuevos sistemas de

transporte más eficientes y ecológicos; en resumen: se puede lograr una mejor calidad de vida gracias al mayor conocimiento y mejor entendimiento del mundo en el que vivimos.

La preparación, concientización, y formación moral y ética de las personas que forman parte de una sociedad es la respuesta para conseguir una mejor vida, con un sistema social más justo y conocimientos en armonía con la capacidad social de utilizarlos. De allí la gran importancia que tiene ofrecer una educación científica de calidad en los niveles obligatorios.

### Fronteras de la Ciencia ¿Ciencia o Ciencia-Ficción?

Innumerables avances científicos y tecnológicos han surgido a lo largo de los años luego de que muchas personas negaron la posibilidad de que así fuera. Basta con observar cuidadosamente películas de hace 50, 40, 30 ó hasta 20 años para encontrar similitudes de los aparatos y máquinas que allí muestran con los que usamos hoy día. Aún más, gran parte de nuestra tecnología actual supera con creces la que imaginaron esos visionarios del cine de Ciencia-Ficción, el género literario y cinematográfico que proyecta los posibles efectos de supuestos avances tecnológicos y científicos del futuro.

- 1) En el área de la *Robótica* se han desarrollado múltiples aplicaciones que van desde una mascota Robot hasta prótesis de partes del cuerpo humano que ayudan a las personas minusválidas a vivir más cómodamente.
- 2) Los intentos por disminuir la contaminación ambiental han llevado a la construcción de vehículos impulsados por fuentes de energía alternativas, como la luz solar o la electricidad. En algunas ciudades del mundo ya funcionan carros a batería eléctrica, e incluso existen estacionamientos con puestos especiales para que los dueños de estos vehículos puedan recargarlos.
- 3) La NASA ya tiene sondas espaciales que viajan por el espacio, aterrizan en otros planetas, y recogen muestras de los mismos que luego son traídas de vuelta a la Tierra para su análisis. De esta forma se estudia la posibilidad de utilizar ambientes espaciales para cultivar vegetales, entre otras cosas.

