

# **LAS DIEZ GRANDES IDEAS CIENTÍFICAS: CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES DE LAS CIENCIAS NATURALES PARA DESCRIBIR LOS ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE NACIONALES**

Documento de trabajo preparado por el equipo encargado de la elaboración de los mapas de progreso en ciencias naturales y tecnología del Programa de Estándares de Aprendizaje del IPEBA.



Marzo, 2014

# PRESENTACIÓN

El Instituto Peruano de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad de la Educación Básica (IPEBA), tiene como función elaborar los estándares de aprendizaje nacionales en coordinación con el Ministerio de Educación del Perú. En el cumplimiento de su función viene elaborando los estándares del aprendizaje fundamental “Usa la ciencia y tecnología para mejorar la calidad de vida” del Marco Curricular de la Educación Básica Regular.

Una de las primeras interrogantes en este proceso de construcción de estos estándares de aprendizaje fue ¿Qué conocimientos básicos de las ciencias deberían acceder los estudiantes en la escuela para explicar y predecir la naturaleza y tomar decisiones como ciudadanos informados en un mundo donde la ciencia y tecnología ha aumentado significativamente?

La respuesta a esta pregunta parte de las metas de la Educación en Ciencias, no en términos de un cuerpo de temas o contenidos aislados, sino más bien, a partir de la comprensión de *Las diez grandes ideas científicas*, las cuales constituyen los conocimientos fundamentales que los estudiantes deben acceder y profundizar a lo largo de su trayectoria escolar. El logro de la comprensión de estas grandes ideas científicas en su conjunto y su transferencia a situaciones reales permitirá que los estudiantes puedan ejercer su ciudadanía durante o más allá de la escuela. Las comprensiones de estas grandes ideas son elementos importantes en la descripción en progresión de las competencias del aprendizaje fundamental, por lo tanto, de los estándares de aprendizaje que se definirán en los mapas de progreso; los cuales se describen en los primeros años de la escolaridad a partir de experiencias más concretas en el plano personal, hasta la construcción de las mismas ideas en forma más abstractas, profundas y de aplicación global.

Para identificar *las diez grandes ideas científicas* el IPEBA ha tenido que realizar una amplia revisión bibliográfica, el análisis de evidencia nacional e internacional y consultas a expertos académicos y docentes de educación básica.

# Las diez grandes ideas científicas

1. La ciencia genera conocimientos, para lo cual plantea cuestionamientos y busca respuestas de tipo descriptiva y causal usando el método científico, un registro riguroso y el análisis fundamentado con teorías establecidas. El hacer ciencia requiere creatividad, un lenguaje común, apertura a las visiones alternativas, errores y correcciones continuas, puesto que las opiniones e incluso las teorías pueden cambiar según las evidencias obtenidas.
2. Los conocimientos científicos son producidos por la comunidad científica global, que responde a tradiciones y valores, su trabajo requiere una continua evaluación por pares y abundante comunicación entre la comunidad científica y con el resto de la sociedad; diferentes fuerzas económicas y sociales influyen sobre la priorización de determinadas líneas de investigación, sobre la divulgación de los hallazgos, registros de propiedad intelectual y patentes y las prácticas tecnológicas.
3. La ciencia presenta límites definidos por sus propios supuestos de un universo único, observable y comprensible; así como por las dificultades técnicas y por las concepciones que los científicos y la sociedad tienen en un momento determinado.
4. El progreso científico puede cambiar las concepciones que la sociedad tiene sobre la naturaleza, y el progreso tecnológico, a su vez, mejora la técnica e infraestructura lo cual amplía el campo de la ciencia. Ambos progresos tienen implicancias éticas, sociales, ambientales y políticas, que pueden generar cambios de estilo de vida.
5. Los organismos y las células sobreviven, se reproducen e interaccionan en base al funcionamiento de una serie de estructuras que intercambian materia, energía e información y que se organizan jerárquicamente según patrones estructurales comunes que garantizan su función
6. Las estructuras de los organismos se desarrollan según su información genética. Esta información es hereditaria y dirige, a través de cada generación, la aparición y modificación progresiva de estructuras y funciones mediante la diversidad y selección.
7. La materia se compone de estructuras ensambladas que pueden comportarse como partícula y onda a la vez; sus propiedades macroscópicas son determinadas por su naturaleza, estructura e interacciones cuando se comportan como partículas. Estas propiedades de estas estructuras son modificadas mediante interacciones físicas o químicas (reacciones químicas) donde se absorbe o libera energía

8. Existen diferentes manifestaciones de la energía en el universo que se inter-convierten a través de diversos mecanismos, sin alterar la energía total involucrada en cada conversión. La energía es de naturaleza dual, afecta a la materia por contacto (cuando se comporta como partícula) o a distancia vía ondas o campos de fuerza (cuando se comporta como onda), produciendo cambios en sus propiedades.
9. La diversidad de organismos se relaciona con el entorno a través de flujos de materia - energía y estrategias de supervivencia especializadas dando lugar a ecosistemas, cuya estabilidad depende de su propia diversidad. Todos los organismos tienen parentesco evolutivo e influyen en los ecosistemas, el caso humano es particular porque a través de su desarrollo tecnológico transforma la naturaleza.
10. La Tierra forma parte del universo y sus características geológicas, climáticas, biológicas actuales son producto de una historia dinámica que continúa.

# Explicación de las diez grandes ideas científicas

## **Primera gran idea científica**

*La ciencia genera conocimientos, para lo cual plantea cuestionamientos y busca respuestas de tipo descriptiva y causal usando el método científico, un registro riguroso y el análisis fundamentado con teorías establecidas. El hacer ciencia requiere creatividad, un lenguaje común, apertura a las visiones alternativas, errores y correcciones continuas, puesto que las opiniones e incluso las teorías pueden cambiar según las evidencias obtenidas.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

La ciencia tiene como función producir conocimientos para explicar el mundo que nos rodea, para esto plantea cuestionamientos y busca respuestas del tipo descriptivo y causal sobre la estructura y funcionamiento de la naturaleza. La constante búsqueda de respuestas proviene de la curiosidad y asombro propios del ser humano. “La base de la ciencia es la capacidad de asombro” a juicio de Aristóteles, y en palabras de Krell, “la curiosidad es el combustible que mueve al científico y al artista”. Quienes hacen ciencia descubren en todo lo existente, un maravilloso orden que no se cansan de admirar y descubrir.

No hay una receta perfecta o camino único para hacer ciencia, hay distintas maneras de descubrir cómo son las cosas, qué hace que funcionen y por qué acontecen. Los hombres y mujeres de ciencias utilizan distintos métodos para generar explicaciones, basados en datos obtenidos en observaciones y experimentos respaldados por razonamientos rigurosos, ya sean de tipo inductivo, deductivo o fenomenológico. Al investigar, las características y causas de un fenómeno, estos constituyen las variables que van a ser estudiadas, es decir, pueden ser manipuladas y medidas para establecer los efectos que tiene una sobre la otra. Por ejemplo, cuando se quiere comprobar el efecto de la luz en el crecimiento de una semilla, se controla la intensidad de luz que recibe la semilla y se aprecia que ocurre con su germinación. En caso de que las variables no puedan ser manipuladas, pero si puedan ser observadas sistemáticamente por un tiempo determinado se podrá encontrar patrones y establecer correlación entre un factor y un resultado. Tal correlación puede sugerir un mecanismo causal que pueda ser comprobado experimentalmente, de modo que se obtenga una explicación mejor, por ejemplo: para estudiar el movimiento de los planetas en el sistema solar se requirió de hacer observaciones sistemáticas por un largo tiempo y así establecer que todos los planetas giran alrededor del sol. Además la explicación causal permite establecer nuevas hipótesis. Por ejemplo, el conocer las perturbaciones del movimiento de un planeta por la atracción gravitatoria que ejerce el sol sobre éste y la atracción que se presenta entre planetas, permitió calcular la masa y posición de planetas perturbadores, por ende, la predicción de la existencia de otros planetas, lo cual fue comprobado

cuando se descubrió la existencia de Neptuno y Plutón a partir de conocer las perturbaciones del movimiento del planeta Urano.

El trabajo experimental implica la repetición de las mediciones, considerando que las medidas no serán exactas, por el contrario, siempre contendrán un grado de error, es decir estarán sujetos a la incertidumbre. Implica también la recolección de muestras, el uso de instrumentos de observación o medición cada vez más precisos, el registro riguroso del comportamiento de las variables o variables estudiadas, el uso de técnicas de obtención y procesamiento de datos que tengan el grado de confianza requerido para la obtención de los resultados. Asimismo, es necesaria la contrastación de los resultados obtenidos con teorías, principios y leyes científicas vigentes con la finalidad de sustentar los hallazgos, refutar o complementar los enunciados de una teoría. El hacer ciencia implica la búsqueda de la objetividad para lo cual presenta los datos junto con las técnicas utilizadas en su conjunto durante la investigación, con el propósito de relativizar de forma explícita los datos en función de las limitaciones y el error asociado, a la técnica utilizada. Las técnicas se presentan con detalle para que otra persona pueda repetir la experiencia de manera independiente. La objetividad científica se alcanza cuando los resultados son presentados considerando las limitaciones de las técnicas utilizadas y cuando además éstos son obtenidos de manera similar por diferentes grupos de personas que realizan la experiencia de manera independiente.

El producto del quehacer científico son los conocimientos científicos que al alcanzar cierto grado de generalidad y precisión se denominan teorías, principios y leyes científicas. Los conocimientos generados por la ciencia son provisorios o conjeturales y constantemente están sujetos a revisión. Quienes hacen ciencia no empiezan a crear de la nada, necesariamente se apoyan en las creaciones de otros que le precedieron y de sus contemporáneos. El trabajo científico no se da de manera aislada, tampoco es propiedad única, a pesar de generar un elemento original, contribuye y aporta al saber universal acumulado.

En la producción del conocimiento científico surgen dudas sobre lo que antes se consideraba como certeza y aparece la incertidumbre acerca de lo que se debe creer ahora. Estos hechos obligan a los hombres y mujeres de ciencias a buscar la precisión y a sustentar sus hallazgos en evidencia, es decir en datos colectados y obtenidos por la observación o como resultado de un experimento llevado a cabo en el laboratorio o en el campo. La evidencia empírica o científica es el argumento que sirve para apoyar o refutar a una hipótesis o teoría científica. Ninguna hipótesis o teoría puede ser denominada científica si carece de evidencia empírica a su favor.

El hacer ciencia requiere imaginación y creatividad, porque, por ejemplo, se requiere de crear modelos que expliquen fenómenos que no se pueden observar directamente, como es el caso de los modelos atómicos que han ido modificándose en el tiempo para explicar la estructura del átomo, o el modelo de

doble hélice para explicar la estructura del ADN. Hacer ciencia también requiere apertura de visiones alternativas, errores y correcciones continuas. La ciencia está en permanente construcción, revisión y reformulación, no corresponde a una verdad absoluta e incuestionable, el error es parte aceptada de la investigación. A juicio de Thomas Kuhn (1971), la verdad científica es como un conjunto de paradigmas provisionales, susceptibles de ser reevaluados y reemplazados por nuevos paradigmas. La actividad científica actualmente desarrolla procesos de investigación flexibles y reflexivos que realizan hombres y mujeres inmersos en realidades culturales, sociales, económicas y políticas muy variadas y en las que se mueven intereses de diversa índole.

La generación de conocimientos científicos exige el uso de un lenguaje uniforme por todos los que forman parte de la comunidad científica, un lenguaje claro y preciso, cuyas categorías al combinarse mediante reglas determinadas, formen configuraciones tan complejas como sea necesario. El lenguaje universal de las ciencias es la matemática porque tiene y genera significados con reglas de composición rigurosas. Esta es la herramienta creada y utilizada por la mente humana para comprender y explicar la naturaleza.

## **Segunda gran idea científica**

*Los conocimientos científicos son producidos por la comunidad científica global, que responde a tradiciones y valores, su trabajo requiere una continua evaluación por pares y abundante comunicación entre la comunidad científica y con el resto de la sociedad; diferentes fuerzas económicas y sociales influyen sobre la priorización de determinadas líneas de investigación, sobre la divulgación de los hallazgos, registros de propiedad intelectual y patentes y las prácticas tecnológicas.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

La comunidad científica está conformada por un conjunto de investigadores, hombres y mujeres dedicados a diferentes ramas del saber, ubicados en todos los continentes del planeta y que laboran tanto en universidades, centros de investigación y en la industria. Los miembros de esta comunidad se caracterizan por centrar su trabajo en el avance sólido del conocimiento científico no sólo, para describir y develar los principios y leyes que gobiernan las causas y efectos de los fenómenos naturales, sino también, para trazar estrategias de cómo dichos principios y leyes pueden ser aprovechados en tecnologías que contribuyan en la solución de pequeños y grandes problemas en diversos contextos histórico-sociales y económicos.

La ciencia nace de una actitud natural en todo ser humano, la curiosidad, y de ella surgen otras actitudes que perfilan el carácter distintivo de los verdaderos científicos: la avidez por saber más allá de lo conocido, continua abstracción mental deductivo-inductivo aplicados con tenacidad, perseverancia y disciplina en su dedicación al trabajo y además una mente abierta a abordar temas nuevos. Asimismo,

los valores de cada científico manifiestan su compromiso ético y sinceridad intelectual al referir las fuentes de información que utiliza, al no presentar el trabajo e ideas de otros como suyo propio, al reconocer la colaboración de otros, la honradez en los resultados, la modestia por sus hallazgos, la crítica y la autocrítica permanente, entre otros. Probablemente, Louis Pasteur (1822 - 1895) ejemplifica bien estas cualidades, siendo químico, abordó y solucionó el problema de la fermentación del vino, la enfermedad de los gusanos de seda, el problema del cólera aviar en aves y el carbunco en el ganado vacuno, creó la vacuna antirrábica, derribó el paradigma de la generación espontánea, etc.; haciendo de su vida intelectual muy fecunda. Cada idea que planteó era el resultado de numerosos experimentos, los cuales, se convirtieron en poderosas refutaciones a los conocimientos de la época. Él solía decir que el único secreto de su ciencia era "Trabajar, siempre trabajar"

Históricamente, la ciencia moderna comienza con Galileo Galilei (1564-1642), y aunque no es posible referirnos como una comunidad científica convencional a las miles de personas que forjaron el avance de los conocimientos científicos y tecnológicos anteriores a Galilei, podemos decir que los primeros avances del ser humano en dirección a la ciencia y tecnología actual comenzaron en el paleolítico hace unos 2 millones de años cuando unos mamíferos bípedos realizaron una abstracción mental y elaboraron los primeros artefactos tecnológicos de piedra y palo. Posteriormente, sus descendientes se hicieron sedentarios y forjaron grandes culturas como, Egipto, Mesopotamia, Fenicia, Grecia, el Imperio Romano, culturas orientales como India, China, Culturas árabes, culturas pre-hispánicas en América, aportando, cada una, diversos conocimientos y tecnologías en agricultura, matemáticas, arquitectura, medicina, física, astronomía, ganadería, entre otros. Estos antiguos avances tecnológicos fueron logrados probablemente de forma distinta a la época moderna, sin consenso, aislados en el tiempo y por las distancias geográficas.

A partir de Galilei (siglo XVII), en debate abierto de forma cada vez más consensuada, los investigadores desarrollaron la ciencia y tecnología sistemáticamente utilizando el método científico como herramienta de trabajo y asintiendo la premisa que el objetivo de la ciencia es enunciar leyes para explicar y predecir hechos y fenómenos, los cuales se pueden construir a través de la observación y experimentación verificable. Bajo este nuevo enfoque, se ha forjado y fortalecido una comunidad científica en la era moderna y contemporánea y dentro de ella, por sus aportes, han destacado científicos como Galileo Galilei por sus avances en astrofísica, Isaac Newton por sus aportes acerca de la ley de la gravitación universal, Charles Darwin por su teoría evolutiva acerca del origen de las especies, Albert Einstein, uno de los mayores exponentes de la ciencia contemporánea por formular la teoría de la relatividad, entre otros.

Actualmente se ha consolidado una comunidad científica global que está organizada en equipos multidisciplinarios para cumplir la función de producir, debatir, validar o invalidar los conocimientos y

tecnologías en su área de especialización. Con este propósito, difunden los resultados de sus investigaciones en libros, revistas científicas, eventos y el internet con la premura que impone la competencia. Cada equipo está formado por expertos quienes, seleccionan y preparan a los estudiantes interesados en formar parte de su equipo para reforzarlo y asegurar la continuidad de las investigaciones en temas que pueden ser de interés local como el problema de la roya en los cultivos de café, o la contaminación del agua en una localidad; de interés nacional como la seguridad alimentaria, pérdida de la biodiversidad en bosques y mares, el VIH y el SIDA; o de interés global como la acidificación de los océanos, el calentamiento global, etc.

Cada equipo se esfuerza no sólo por la búsqueda de nuevos conocimientos y tecnologías sino también, por lograr que sean aceptados por consenso en la comunidad. Esto trae consigo gran tensión entre quienes sostienen teorías diferentes, generando una apasionante atmósfera de intensos debates científicos y un ambiente de laboriosidad efervescente por encontrar pruebas que respalden sus propuestas. De esta forma, la ciencia avanza por el trabajo de millones de personas y no por los logros de unos pocos estudiosos. Einstein o Newton no habrían logrado dar su aporte a la ciencia, si no fuera por los miles de científicos anteriores que aportaron diversos conocimientos, y sus trabajos no habrían tenido grandes consecuencias si no fuera por los miles de científicos que han trabajado después sobre sus resultados.

Es innegable el papel trascendental de la ciencia y tecnología en las sociedades actuales, pero su estancamiento o direccionalidad de su desarrollo son materia de decisión. Generalmente, esta depende de agendas políticas que determinan qué investigaciones promover, qué proyectos financiar y cuáles podrían quedar en el olvido. Los factores involucrados en esta decisión pueden ser valores personales, valor potencial en el mercado, leyes de patente, la disponibilidad de capital de riesgo, el presupuesto público, regulaciones locales o nacionales, la atención mediática, la competencia económica e incentivos tributarios, entre otros.

El desarrollo de la ciencia y tecnología están impulsados por necesidades sociales (médicas, políticas, militares) y no siempre son para beneficio de toda la humanidad. Aunque los hallazgos científicos suelen ser publicados y divulgados, muchos usos directos del conocimiento y casi todos los desarrollos tecnológicos están protegidos por diferentes modalidades de propiedad intelectual con el fin de lucrar a través de ellos con ventaja. Por ejemplo, en opinión de Richard J. Roberts Premio Nobel de Medicina 1993, "las industrias farmacéuticas no financian la investigación de fármacos que curan porque no son rentables sino, desarrollan medicamentos cronificadores para ser consumidos en forma serializada" lo que asegura importantes ganancias económicas para la industria. Por otro lado, los científicos del "Proyecto Manhattan" inventaron la bomba atómica utilizando los conocimientos de la teoría atómica aportado por Albert Einstein, y a pesar de conocer las terribles consecuencias de su uso, las bombas

fueron lanzadas en Hiroshima y Nagasaki (1945) porque respondía a intereses político-militares. Quizás la ciencia, como idea abstracta, sea objetiva e imparcial y no tenga más interés que buscar la verdad de los fenómenos naturales; pero sus productos y los distintos paradigmas científicos, están lejos de alcanzar la neutralidad y de estar libres de la influencia social.

### **Tercera gran idea científica**

*La ciencia presenta límites definidos por sus propios supuestos de un universo único, observable y comprensible; así como por las dificultades técnicas y por las concepciones que los científicos y la sociedad tienen en un momento determinado.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

La ciencia se construye en base a la auto-consistencia lógica, es decir, en base a la edificación de un conjunto de enunciados o supuestos relacionados lógicamente que forman sistemas de referencia, como si se tratara de un espacio definido por sus coordenadas. La ciencia no puede estudiar temas que no obedecen a estos supuestos. Las explicaciones que da la ciencia a través de sus leyes, principios y teorías se consideran satisfactorias cuando son congruentes con estos enunciados o supuestos y con la realidad observable.

Por ejemplo: La concepción del cosmos, ha evolucionado en función de supuestos que concuerdan con los hechos. Así, la idea de la que la física de la Tierra y del firmamento era fundamentalmente distinta fue sostenida por muchos siglos. La existencia más allá de la esfera lunar se consideraba incorruptible y de naturaleza divina. Esto comenzó a ser refutado por Copérnico en 1543, con la teoría heliocéntrica, en la que se afirma que el Sol era el centro y los planetas giraban en círculos alrededor de él, lo cual colocaba a la Tierra como un cuerpo celeste más. El progreso de las observaciones fue construyendo una idea de un universo único, en el que la Tierra y el cielo obedecían las mismas leyes. Así, los cálculos de Kepler introdujeron como necesaria la forma elíptica de las órbitas, demostrando que la razón y la matemática podían utilizarse junto con la observación para comprender el cielo. Las observaciones documentadas por Galileo a través del telescopio y su forma de registrarlas y comunicarlas permitieron la maduración de la astronomía como totalmente separada de creencias metafísicas. Esto marca el hito inicial de la ciencia moderna.

Por otro lado, la ciencia no aborda preguntas que busquen relacionar fenómenos que no están definidos en términos observables, que asuman *a priori* que trata cuestiones incomprensibles para el ser humano, por ejemplo: la existencia de una fuerza vital etérea, de un alma o de un espíritu metafísico, que diferencia a un ser vivo y del inerte; o que cuestionen valoraciones en lugar de causalidades, como si es bueno o malo aplicar la eutanasia en pacientes desahuciados. Tampoco se consideran cuestiones científicas las explicaciones que consideren algún fenómeno como excepción única en el universo, tal

es el caso de las experiencias anecdóticas, como los relatos de quienes han experimentado la intervención divina, premoniciones, o telepatía, pero que nunca se han reportado en situaciones controladas y reproducibles.

El desarrollo científico también presenta límites técnicos; es decir, por un lado, no se cuenta con tecnología disponible que sea suficiente para observar algunos fenómenos, por ejemplo: en los inicios de la citología (1666), el estudio de células vegetales era más abundante que de las células animales debido a la carencia de técnicas e instrumentos para observar dichas células, en esta época, se utilizaban cristales o lentes rudimentarios, los cuales fueron mejorados paulatinamente, por ejemplo, a través de la técnica de inmersión en el que se utilizaba un lente u objetivo más desarrollado y un líquido que permitía refractar la luz lo cual permitía observar estructuras más pequeñas como el núcleo y los cromosomas. Actualmente, el estudio de la secuenciación del genoma humano dependió en gran medida de los avances en la tecnología del ADN y en las máquinas de secuenciación, que fueron cada vez más rápidas, A pesar de disponer de estas tecnologías, aún estamos muy lejos de conocer todos los factores que contribuyen al desarrollo del cáncer que permitan estudiarlas con mayor precisión. Por otro lado, existe tecnología que permite estudiar aquello deseado, pero con severas limitaciones por los recursos disponibles. Por ejemplo: la terapia génica, que consiste en la inserción de genes funcionales ausentes en el genoma de un individuo para tratar una enfermedad o realizar un marcaje, tiene aún limitaciones en su aplicación porque aún la técnica está en desarrollo y porque aplicarla requiere de tecnología de última generación con costos económicos altos.

La ciencia se ve limitada por las teorías e ideologías vigentes en una determinada época. En el campo científico, las teorías compiten entre sí, y aquellas que explican y predicen de mejor manera la mayor cantidad de fenómenos adquieren progresivamente una calidad de guías para la expansión del conocimiento científico. Esto tiene consecuencias favorables y desfavorables.

Una consecuencia favorable es que las teorías exitosas guían a los científicos a realizar preguntas específicas, susceptibles de ser puestas a prueba, y proporcionan un marco de entendimiento para nuevas observaciones. Una consecuencia desfavorable es que las teorías predominantes pueden limitar la imaginación de los investigadores o la aceptación de nuevas ideas. Una forma sencilla de expresar esta limitación, es que las preguntas limitan a las respuestas; es decir, las observaciones halladas siempre guardan relación con las preguntas que originaron a la indagación. También, puede ocurrir que se ignore evidencia pertinente o no se le dé la importancia debida porque ésta contradice a las teorías predominantes, mientras que los hallazgos que confirman las ideas establecidas pueden ser aceptadas más fácilmente, a veces incluso con menos rigor de lo debido.

Esto se puede apreciar, por ejemplo, en relación a la explicación sobre cómo surgió la vida en la Tierra, lo que originó una serie de teorías basadas en creencias o en evidencias. La teoría creacionista, basada

en la fe y los dogmas quien despreciaba los conocimientos helénicos de la antigüedad, fue muy influyente en el desarrollo de la ciencia y las sociedades en la edad media. Carente de evidencias, en paralelo prevalecía la Teoría de la generación espontánea, refutada por la experiencia de Redi y Pasteur. La Teoría de la Panspermia persiste aún con la única evidencia de las trazas de moléculas orgánicas encontradas en un meteorito de origen marciano y otros cuerpos. La Teoría Quimiosintética, aceptada actualmente, fue demostrada por Stanley Miller a través de un modelo experimental del caldo primitivo propuesto por Oparin, la cual afirma que la vida se originó a través de la evolución química gradual a partir de moléculas que contienen carbono.

#### **Cuarta gran idea científica**

*El progreso científico puede cambiar las concepciones que la sociedad tiene sobre la naturaleza, y el progreso tecnológico, a su vez, mejora la técnica e infraestructura lo cual amplía el campo de la ciencia. Ambos progresos tienen implicancias éticas, sociales, ambientales y políticas, que pueden generar cambios de estilo de vida.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

La actividad científica se encarga de ampliar los conocimientos sobre la naturaleza, posibilitando que las personas cambien sus concepciones sobre ella. Dichos conocimientos imperan en un contexto histórico determinado, formando teorías que presentan aspectos verdaderos y falsos, que se van corroborando a medida que se desarrolla el conocimiento científico. Por ejemplo, en la antigua Grecia se concebía al ser vivo como un organismo compuesto de cuatro humores: sangre, bilis amarilla, bilis negra y flema, y a través de estos humores se explicaba el dolor y la salud. Con el transcurso del tiempo, el desarrollo de los conocimientos científicos permitió idear otro modelo de ser vivo, como conjunto de células con niveles de organización complejas, que se reproducen siguiendo un molde molecular llamado ADN y que evoluciona.

El avance del conocimiento científico guarda relación con el desarrollo tecnológico, es decir la tecnología retroalimenta a la ciencia, pues esta última hace uso de procedimientos y herramientas creadas por la tecnología, lo cual posibilita, por ejemplo, ampliar la frontera de lo observable. A su vez la tecnología se retroalimenta de la ciencia, al hacer uso de los conocimientos científicos mejorando los procesos en la producción, facilitando el trabajo humano, reemplazando la fuerza física por la capacidad mental, llevando a una optimización del uso de recursos. Por ejemplo: Galileo en su interés por estudiar el cielo, puso en juego conocimientos científicos relacionados a las lentes cóncavas y convexas para construir el telescopio, que le permitió observar en el universo los satélites de Júpiter, las montañas y cráteres de la Luna, las manchas solares y descubrir que la Vía Láctea es un conjunto de miles de estrellas. Con el telescopio, Galileo marca un hito en el desarrollo de la astronomía, que actualmente ha permitido el

descubrimiento de nuevas galaxias, permitiendo al ser humano pasar la frontera del universo que se muestra inconmensurablemente grande.

El desarrollo tecnológico no solo tiene implicancias en la ciencia, sino también, en la sociedad que va incorporando diferentes objetos o sistemas tecnológicos en la vida diaria, cambiando la forma en la que las personas viven, trabajan, se comunican, entre otros aspectos. Por ejemplo, la comunicación es un proceso que a lo largo de la historia ha ido incorporando objetos o sistemas tecnológicos más avanzados. Actualmente las redes informáticas han posibilitado la universalización de intercambios y relaciones sociales con objetos o sistemas tecnológicos que permiten la comunicación simultánea de las personas en tiempo real, no importando las distancias; el acceso a las redes sociales y plataformas como Facebook, twitter, entre otros permiten compartir con otras personas aspectos de la vida personal y social. Las interacciones físicas entre las personas van disminuyendo y las modificaciones en el lenguaje llevan a desarrollar la comunicación digital que crea símbolos o códigos establecidos por un grupo.

El desarrollo científico y tecnológico tiene implicancias en distintos campos, que pueden ser a nivel de estructuras y agentes sociales (campo social); del plano normativo (ético); de los derechos y libertades de las personas (político) y de la protección y mejora del ambiente y los recursos naturales (ambiental). Por ejemplo, una situación donde imperan implicancias de tipo económicas, políticas y ambientales es el uso de automóviles que proporcionan satisfacciones y comodidades a numerosas personas e ingresos económicos a otras; pero a la vez puede resultar perjudicial para numerosas personas que habitan en las grandes ciudades, las cuales están obligadas a soportar ruidos y a respirar aire contaminado, así como al conjunto de la sociedad, pues la emisión de CO<sub>2</sub> contribuye a degradar el ambiente que los rodea. Un ejemplo donde imperan las implicancias éticas, es el tema de la biopiratería o apropiación de recursos genéticos como patentar en Estados Unidos plantas nativas de países en desarrollo, quinua (Bolivia), arroz jazmín u *Hom – mali* (Tailandia) o plantas medicinales (Perú), que se basan en el conocimiento y la innovación de pueblos indígenas a lo largo de generaciones.

### **Quinta gran idea científica**

*Los organismos y las células sobreviven, se reproducen e interaccionan en base al funcionamiento de una serie de estructuras que intercambian materia, energía e información y que se organizan jerárquicamente según patrones estructurales comunes que garantizan su función*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

Las células individuales y los organismos complejos cumplen las mismas funciones básicas. Por ejemplo, toda célula individual digiere, respira, responde a estímulos, segrega sustancias, al igual los organismos; la célula se reproduce por mitosis y meiosis para generar más células, los organismos utilizan estos mismos mecanismos en la reproducción sexual y asexual para generar descendientes. Las funciones

básicas están asociadas a la organización jerárquica de las estructuras de un organismo. Un ejemplo es el de las células de los huesos, que en conjunto forman tejidos óseos, estos tejidos óseos forman los huesos y el conjunto de huesos forma el sistema óseo de los vertebrados el cual cumple funciones de soporte y movimiento. De igual forma, en los vegetales cada célula del tejido meristemático tiene la capacidad de diferenciarse para cumplir funciones especializadas, por ejemplo los tejidos de la colénquima y esclerénquima cumplen funciones de soporte análogas a la de los huesos animales.

El intercambio de materia y energía que se produce en la célula se llama metabolismo, y permite su crecimiento, conservación y reparación. Todas las células cambian constantemente porque obtienen energía y materia de las grandes moléculas de alimentos como carbohidratos, proteínas y grasas que luego descomponen en sustancias más sencillas que utilizan como bloques para sus propias estructuras. El intercambio de información en las células y organismos se da a través de receptores y hormonas, por ejemplo, en el caso de los animales, existen receptores especializados para recoger información del entorno llamados órganos de los sentidos. Las funciones al interior de un organismo están reguladas por hormonas, que son liberadas por tejidos y órganos especializados, se trasladan por la sangre en los animales, las cuales regulan la actividad de órganos, tejidos y células. La actividad al interior de cada célula está regulada por las enzimas y por factores que cambian la lectura del ADN en interacción con receptores de hormonas.

Cuando la estructura y el funcionamiento celular están en condiciones óptimas, se considera que el organismo goza de buena salud. Esta condición puede ser alterada por factores congénitos, cambios físicos, químicos o biológicos que pueden conducir a enfermedades y poner en peligro la vida. Frente a ello se ha desarrollado un conjunto de tecnologías que sirven para diagnosticar, prevenir o tratar enfermedades, que se llama medicina en el caso humano, fitopatología en plantas y medicina veterinaria en animales. Los seres vivos por tener funciones básicas iguales pueden aplicarse con éxito para mejorar la salud de animales, plantas o humanos al actuar sobre células invasoras; también puede usarse hormonas, enzimas o inhibidores que actúan sobre células del propio cuerpo y sus señales.

## **Sexta gran idea científica**

*Las estructuras de los organismos se desarrollan según su información genética. Esta información es hereditaria y dirige, a través de cada generación, la aparición y modificación progresiva de estructuras y funciones mediante la diversidad y selección.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

Los responsables de los caracteres hereditarios en los organismos, como color de las hojas y frutos, tipo de cabello, forma de nariz, son los genes. Estos son segmentos de la molécula de ADN que codifican y controlan los caracteres hereditarios de forma similar en todos los seres vivos. La molécula de ADN tiene

la propiedad de replicarse, es decir, puede producir copias de sí misma generando otra idéntica. Ocasionalmente, introduce en la copia una variación o error en la réplica, dando lugar a variantes en el nuevo ADN, lo que favorece la aparición progresiva de una diversidad genética, que contribuye a la mejor adaptación de los organismos a los cambios ambientales. Así mismo, la suma continua de estas variaciones en numerosas generaciones favorece el surgimiento de la diversidad de especies. A veces ocurren variaciones súbitas en el ADN causadas por agentes externos al organismo, por ejemplo, rayos X, rayos UV, radioactividad, sustancias carcinogénicas, o por agentes internos, como radicales libres de oxígeno, entre otros. Estos ocasionan cambios en el ADN y pueden producir enfermedades como diferentes tipos de cáncer o reducir la tasa de fotosíntesis en plantas impidiendo su normal desarrollo; también pueden producir alteraciones en las células reproductoras y transmitir defectos genéticos y malformaciones en la descendencia.

La transmisión de esta información se da a través de la reproducción asexual y sexual. La reproducción asexual, produce descendientes cuyo material genético es igual al del padre. En cambio, la reproducción sexual genera diversidad genética al combinar genes de diferentes padres y asegura que ningún individuo sea genéticamente idéntico a otro. Este mecanismo, permite a las poblaciones responder a los desafíos ambientales con una variedad de características representadas en los individuos y grupos que luchan por la supervivencia. La diversidad de características heredables, enfrentadas a las dificultades de reproducción y supervivencia tales como los cambios ambientales y la competencia por recursos dan lugar a la selección natural, que se manifiesta como la mayor reproducción de los individuos mejor adaptados. La selección natural permite filtrar, conservar y refinar las estructuras y funciones de los organismos más exitosos, lo que da lugar a adaptaciones que se moldean en el tiempo y constituye la base de la evolución de las especies.

La información genética dirige en forma regulada diferentes procesos de la célula y del organismo. Le otorga a cada individuo un patrón de crecimiento y desarrollo específico y establece en forma muy precisa la secuencia y los tiempos en que estos procesos deben ocurrir. Por ejemplo, durante la pubertad humana se activan los genes que ordenan a la glándula hipófisis la producción de las hormonas sexuales estrógeno y testosterona en las gónadas, las cuales regulan el crecimiento del cuerpo, el cambio de las proporciones corporales y la distribución de grasa y desarrollo muscular característicos de esta edad. Son responsables además de la aparición de caracteres sexuales secundarios y del cierre de los cartílagos de crecimiento.

El conocimiento sobre los mecanismos de la herencia, selección natural y evolución ha permitido al ser humano desarrollar tecnologías con diversas aplicaciones; por ejemplo el conocimiento de la genética mendeliana y citogenética tiene gran aplicación en los modernos métodos de mejoramiento genético en plantas y animales que contribuyen a mejorar la producción de alimentos; el conocimiento de la

estructura y función de los genes, han favorecido el desarrollo de técnicas de ADN recombinante para la creación de nuevos individuos con características favorables a las necesidades humanas, asimismo, el conocimiento de la diversidad de especies animales, vegetales y microbianas y la diversidad de individuos dentro de cada especie, contribuye a establecer criterios para seleccionar los individuos sobre los cuales se aplicarán las tecnologías de mejoramiento genético. Por otro lado, conocimientos de herencia y citogenética, están siendo aplicados en la cura de la leucemia en humanos, con la ayuda de una tecnología sofisticada es posible extraer un tipo de células inmunológica conocidas como las células T de un paciente, a la que se modifica genéticamente insertando genes que le dan la capacidad de matar células cancerígenas, luego se reintroduce en el cuerpo del paciente para que hagan su trabajo. Una vez eliminadas las células cancerosas se aplican técnicas de trasplante de médula ósea para tratar de asegurarse de que en un futuro no se reproduzcan las células cancerosas.

### **Sétima gran idea científica**

*La materia se compone de estructuras ensambladas que pueden comportarse como partícula y onda a la vez; sus propiedades macroscópicas son determinadas por su naturaleza, estructura e interacciones cuando se comportan como partículas. Estas propiedades de estas estructuras son modificadas mediante interacciones físicas o químicas (reacciones químicas) donde se absorbe o libera energía.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

La materia constituye todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. Un lápiz, el aire, una piedra, una planta, el sudor son todas porciones de materia. La materia en el universo presenta características comunes como el volumen, la masa y la divisibilidad. También presenta características particulares que dependen de su naturaleza, como la conducción de la electricidad que puede ser alta en algunos metales y baja en algunos polímeros como el plástico.

La materia es de naturaleza dual: onda-corpúsculo, este conocimiento explica, que la naturaleza ondulatoria es inherente a cada cuerpo, de manera semejante a la luz, cuya dualidad fue demostrada por Albert Einstein a través de su explicación del efecto fotoeléctrico. Se observó que, si la luz impacta con un pedazo de metal, los electrones de este absorben paquetes discretos de energía llamados "cuantos" o "fotones" concluyendo que la luz, siempre estudiada como onda, también se comporta como corpúsculo. La propiedad dual fue demostrada también como característica de los electrones, los átomos y de todos los cuerpos en relación a su masa y velocidad.

Las propiedades de la materia están determinadas por la naturaleza y estructura de sus partículas, así como por la cohesión que existe entre ellas. Estas partículas se clasifican en átomos y moléculas. Los átomos son las partículas más pequeñas que conservan las propiedades de la materia. Las propiedades de los átomos dependen de sus características intrínsecas, como el número de protones que contienen,

que determinan las propiedades químicas de un elemento, o el movimiento de electrones respecto al núcleo o spin, que contribuye a las propiedades magnéticas de un cuerpo. Existen más de cien tipos de átomos naturales y muchos otros obtenidos artificialmente. Según las características de cada tipo de átomo, éstos pueden combinarse de diferente manera, mediante uniones fuertes y débiles que dan lugar a nuevos compuestos. Por ejemplo, dos átomos de hidrógeno combinados con uno de oxígeno dan origen a una molécula del compuesto llamado agua. Así, la combinación de un número limitado de átomos, da lugar a un número ilimitado de moléculas posibles, cuyas estructuras dan origen a las propiedades de cada material.

Las interacciones entre los átomos y moléculas se dan a través de fuerzas de cohesión que compiten con fuerzas de dispersión y determinan el estado físico-químico de los cuerpos. Los átomos y moléculas no son estáticos y tienden a la dispersión, se mueven en diferentes direcciones, colisionando, atrayéndose y repeliéndose a diferentes velocidades en su conjunto según la temperatura del material. Por ejemplo, los metales y sus aleaciones presentan átomos unidos por fuerzas de atracción como resultado de compartir sus electrones, los cuales mantienen una cierta movilidad que origina una buena conducción de la electricidad, a diferencia de los gases entre cuyos átomos prevalece la repulsión que los mantiene en un constante movimiento que se incrementa con la temperatura y se reduce por efectos de la presión. Según el valor relativo de la cohesión o la dispersión entre los átomos y moléculas que componen un material, éste puede cambiar en sus características (densidad, maleabilidad, tenacidad, etc.) y encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso.

La materia se transforma por un reordenamiento de sus partículas mediante procesos que se conocen como reacciones químicas, que liberan energía en forma de luz o calor, o la absorben en los enlaces de nuevas partículas generadas. Por ejemplo: en la oxidación de un clavo, el hierro de este reacciona con el oxígeno del aire produciendo óxido de hierro; en la combustión de la madera, la celulosa (carbohidrato) se combina con el oxígeno del aire y se convierte en dióxido de carbono y agua despidiendo gran cantidad de energía. Otro ejemplo es el caso de la fotosíntesis donde el dióxido de carbono se combina con el agua, absorben energía de la luz y se da lugar a carbohidratos.

El conocimiento sobre la materia y sus transformaciones ha permitido al ser humano desarrollar diversas tecnologías para obtener una gran variedad de productos de uso común en nuestra sociedad actual. Uno de los productos de consumo masivo son los derivados de combustibles fósiles; estos se aprovechan para la obtención de energía por combustión, y también para la elaboración de diversos polímeros y plásticos mediante la petroquímica. Otro ejemplo es la fabricación del acero, que está basada en la propiedad del hierro de asociarse con el carbono a altas temperaturas. Esto se consigue quemando el coque, este combustible fósil libera el calor que funde el metal y también libera CO y CO<sub>2</sub> los cuales se combinan con los óxidos de hierro del mineral y los reduce a hierro metálico. A alta

temperatura los átomos de carbono disueltos en el hierro fundido se combinan con el oxígeno para producir monóxido de carbono gaseoso y de este modo remover el carbono mediante el proceso de oxidación, hasta que la mezcla de ambos (hierro-carbono) tenga un contenido de carbono menor al 2%. Esta mezcla solidificada es el acero.

### **Octava gran idea científica**

*Existen diferentes manifestaciones de la energía en el universo que se inter-convierten a través de diversos mecanismos, sin alterar la energía total involucrada en cada conversión. La energía es de naturaleza dual, afecta a la materia por contacto (cuando se comporta como partícula) o a distancia vía ondas o campos de fuerza (cuando se comporta como onda), produciendo cambios en sus propiedades.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

La energía es aquello que mueve el universo entero, da lugar a todos los cambios que ocurren en la materia y se encuentra presente de manera constante, sin crearse ni destruirse en ningún proceso conocido.

La energía se manifiesta de diferentes formas, por ejemplo se presenta como luz cuando encendemos un foco, como sonido e imagen cuando encendemos el televisor o como movimiento y calor cuando frotamos nuestras manos. Las diferentes formas de energía pueden transformarse entre ellas, por ejemplo, el movimiento de las turbinas hidroeléctricas pueden transformarse en electricidad, al igual que el flujo del viento que impulsa los molinos o la luz del sol que se transforma en los paneles solares. Cuando la energía se transforma, una parte de ella siempre es liberada al ambiente en forma de calor; por ejemplo cuando un atleta corre disipa calor de su cuerpo hacia el ambiente, manteniendo constante la cantidad de energía en el Universo.

La energía genera cambios en los cuerpos a través de fuerzas de contacto que afectan su movimiento, por ejemplo, al dar impulso a un bloque sobre una superficie, este se desplaza y disipa su energía por fricción hasta detenerse o transferirla por impacto a otro cuerpo. Los cuerpos también pueden ser afectados por la temperatura y presión según las fuerzas de interacción que existen entre átomos y moléculas que lo componen; por ejemplo, al fundir un metal las fuerzas de interacción hacen que las moléculas se dispersen pasando de un estado sólido a un estado líquido.

La energía también afecta a los cuerpos sin tener contacto con ellos, propagándose a través de campos de fuerza, que representan la distribución espacial de la energía. Un cuerpo posee una energía según su posición en relación a dicho campo, llamada energía potencial; por ejemplo, los imanes generan campos de fuerza a su alrededor que atraen a los cuerpos hechos de hierro o níquel haciendo que estos cambien de posición. Los cuerpos también pueden cargarse eléctricamente generando fuerzas de rechazo o atracción entre ellos. Un campo de fuerza que experimentamos cotidianamente es la

gravedad de la Tierra, que ejerce atracción sobre los cuerpos hacia su centro. En el espacio los planetas se mantienen en órbitas alrededor del sol por efecto de la gravedad; a su vez, las estrellas se atraen entre sí y forman enormes conglomerados que son las galaxias.

Otra forma en que la energía afecta a los cuerpos sin tener contacto con ellos es a través de ondas que transmiten movimiento o perturbación en un medio continuo. Estas ondas pueden ser reflejadas, absorbidas o dispersadas en otros cuerpos, por ejemplo, las olas se propagan en el mar, y un sismo puede desencadenar un tsunami, haciendo viajar grandes distancias una gran cantidad de energía sin que se desplacen las masas de agua involucradas. Un caso especial es el de las ondas electromagnéticas que viajan en el vacío, como por ejemplo, la luz visible que impacta en nuestra retina y permite ver la luz emitida por una estrella que probablemente ya desapareció. Otras ondas electromagnéticas similares que no son visibles al ojo humano son las ondas de radio, microondas, infrarrojo, ultravioleta, rayos X y la radiación gamma. Todas ellas se diferencian entre sí por la longitud de onda que presentan y que les confiere propiedades especiales, así por ejemplo los rayos X presentan una longitud de onda que les permite atravesar los tejidos blandos y que son usados para observar el interior del cuerpo humano.

El conocimiento sobre la energía y su propiedad de formar campos de fuerza puede ser aplicado en la vida diaria, por ejemplo en los motores eléctricos, donde la energía eléctrica se transforma en energía mecánica gracias al magnetismo del rotor que gira en torno a su eje frente a un imán cuyo campo magnético permanece fijo; este es también el fundamento del funcionamiento del tren bala de Japón, el cual posee grandes imanes y crea un campo electromagnético que hace que el tren se deslice casi sin fricción en un estado de levitación magnética.

### **Novena gran idea científica**

*La diversidad de organismos se relaciona con el entorno a través de flujos de materia-energía y estrategias de supervivencia especializadas dando lugar a ecosistemas, cuya estabilidad depende de su propia diversidad. Todos los organismos tienen parentesco evolutivo e influyen en los ecosistemas, el caso humano es particular porque a través de su desarrollo tecnológico transforma la naturaleza.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

La variedad asombrosa de seres vivos que presenta el planeta proviene de un único origen unicelular y es producto de la evolución. Desde su aparición hace aproximadamente tres mil quinientos millones de años, la vida se ha adaptado en todo el planeta a nivel de los océanos, la atmósfera, el suelo y el subsuelo.

Los organismos habitan en ambientes que les permiten vivir, interactuando con elementos vivos y no vivos formando una unidad funcional que se denomina ecosistema. Los seres vivos requieren de energía

y de materiales que fluyen e interactúan dentro y fuera del organismo haciendo posible la vida. Por ejemplo, el carbono, el nitrógeno, el azufre ingresan a los organismos en forma de compuestos que son transformados y salen al medio exterior dando lugar a los ciclos biogeoquímicos. Así, el carbono presente en el dióxido de carbono, producto de la respiración de los organismos y de la actividad de las fábricas, es metabolizado por las plantas para transformarse en materia orgánica mediante la fotosíntesis y sirve de alimento a la misma planta, a los animales y a los microorganismos. El carbono vuelve al medio exterior en forma de dióxido de carbono o como restos orgánicos que son descompuestos por los microorganismos y bajo condiciones especiales pueden fosilizarse y constituir reservas de combustible fósil.

El Sol es la fuente primigenia de energía que sostiene la vida en la Tierra. A través de la fotosíntesis, la energía solar se fija en moléculas energéticas y se da inicio al flujo de las cadenas alimentarias y redes tróficas. La energía fluye a través del acto de comer y ser comido, es decir, un organismo que se alimenta obtiene la energía que necesita para vivir del nivel inmediato anterior; y los productores la obtienen del sol, como en toda transformación, en este flujo se produce una pérdida de energía en forma de calor, de modo que en los niveles del consumidor terciario o cuaternario se dispone de menos energía que los niveles primarios. El equilibrio aparente de un ecosistema es en realidad un conjunto de interacciones dinámicas de materia y energía que hay en él, y guarda relación con la cantidad de biomasa presente, así como con la diversidad de especies que alberga.

Los seres vivos han desarrollado características en las formas de su cuerpo, en el funcionamiento de sus sistemas y en su comportamiento que les permiten sobrevivir en los ambientes que habitan. Las adaptaciones de los organismos responden a la competencia por recursos (alimento, territorio, pareja, etc.) como es el caso de los guepardos cuyo cuerpo está adaptado para ser veloces y cazadores. Las adaptaciones también responden a las condiciones geológicas (climáticas e hidrológicas), como es el caso de los cactus y sus mecanismos para almacenar agua y soportar climas muy secos y calurosos o los camélidos alto andinos cuyo organismo produce una mayor cantidad de glóbulos rojos para capturar y distribuir mejor el oxígeno que a mayor altitud se encuentra en menor concentración que a nivel del mar. Estas adaptaciones son heredadas, pueden involucrar la forma del organismo, su funcionamiento o su comportamiento y en su conjunto definen las características que constituyen a una especie y su rol dentro del ambiente en que vive.

Todos los seres vivos afectan el ambiente desde su nicho ecológico, como es el caso de los árboles de los bosques que por su gran tamaño y follaje generan sombra, la cual propicia una competencia por la luz en especies más pequeñas dándole más dinamismo al ecosistema e induciendo a las especies a la adquisición de nuevas adaptaciones y estrategias en respuesta a la oscuridad. Otro caso, es de las lombrices de tierra que influyen significativamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del

suelo, haciendo más eficiente la descomposición de la materia orgánica y el reciclado de nutrientes. El ser humano genera impactos de larga duración debido a las transformaciones del ecosistema que ocasionan sus actividades como por ejemplo, la construcción de vivienda y la manufactura con materiales no perecibles. El efecto de estas actividades ha dado lugar a problemas locales como las invasiones y destrucciones de hábitats; y problemas globales, como el cambio climático que modifican el ambiente y causa extinciones de especies.

Es importante mantener la diversidad de especies debido a que cada uno de los seres vivos cumple un rol importante en la estabilidad del ecosistema. Las transformaciones rápidas traen consecuencias negativas, por ejemplo, la deforestación ocasiona la erosión y empobrecimiento del suelo y este a su vez, no podrá alimentar a las plantas, y estas tampoco podrán sostener las poblaciones de animales, generando desequilibrios en ecosistemas enteros.

### **Décima gran idea científica**

*La Tierra forma parte del universo y sus características geológicas, climáticas, biológicas actuales son producto de una historia dinámica que continúa.*

Comprender esta gran idea científica implica saber que:

El universo se originó a partir de la gran explosión llamada Big Bang que ocurrió hace catorce mil millones de años y se encuentra en expansión permanente. El universo está formado por galaxias, las cuales se conforman por miles de millones de estrellas. En una de ellas, llamada Vía Láctea, se encuentra nuestro Sistema Planetario Solar y dentro de este se ubica la Tierra, nuestro planeta. En el Universo los cuerpos interactúan entre sí, a grandes distancias debido a la fuerza de la gravedad que cohesiona estos cuerpos y los condensa en forma de planetas o estrellas. Esta fuerza da lugar también a movimientos orbitales, por ejemplo, la Tierra gira alrededor del Sol y la Luna gira alrededor de la Tierra.

El Sistema Planetario Solar se formó hace aproximadamente cinco mil millones de años a partir de la condensación por gravedad de una gran nube de materia proveniente de las explosiones de estrellas antiguas. Tiene ocho planetas y cuerpos celestes como asteroides y cometas, todos los cuales giran alrededor del Sol, que es una estrella como muchas de las que existen en nuestra galaxia. La Tierra da una vuelta alrededor del sol en 365 días, y durante este movimiento el impacto de los rayos solares no es uniforme sobre la superficie terrestre debido a la inclinación que presenta el eje de rotación de la Tierra, lo que da origen a las estaciones del año.

El planeta Tierra se inició como una gran masa incandescente, con el tiempo su temperatura fue disminuyendo dando paso a cambios en su composición química, características geológicas y climáticas. Actualmente, la Tierra se compone de una corteza terrestre, biósfera, atmósfera e hidrósfera. La corteza terrestre se encuentra formada por placas tectónicas que se encuentran en movimiento. Este

movimiento hace que los continentes se desplacen y ocasionen movimientos sísmicos, cambien su forma y den lugar a la formación de las cordilleras. La superficie sólida de la Tierra está cubierta por el suelo, que es una mezcla de materia orgánica (organismos vivos y restos de organismos) y trozos de rocas que, por acción del viento, el agua, los cambios de temperatura, la erosión y los seres vivos se encuentran en un continuo proceso de fragmentación que determina las distintas clases de suelos existentes. La atmósfera y la hidrósfera son fluidos que cubren y regulan la temperatura y el clima de la Tierra. Su composición y comportamiento puede cambiar según factores vivos y no vivos, por ejemplo, los océanos funcionan como grandes sumideros y recicladores en los ciclos biogeoquímicos y la atmósfera filtra las emisiones de los rayos solares que llegan a la Tierra, la acción conjunta de las corrientes atmosféricas y corrientes marinas distribuyen el calor en el planeta creando condiciones climáticas a las que se condicionan los seres vivos.

Nuestro planeta ha atravesado por diferentes eras en las que la composición de los gases atmosféricos ha cambiado al igual que la proporción de agua sólida y líquida. Asimismo, la biósfera y geósfera han evolucionado dando lugar a cambios en la cantidad y diversidad de seres vivos, así como a la formación de los continentes que hoy conocemos.

El Sol es la fuente de energía que sustenta el sistema climático de la Tierra. El calor del Sol es absorbido de manera distinta por las regiones de la Tierra debido a su forma y a los movimientos de rotación y traslación dando lugar a regiones cálidas, templadas y frías. Dentro de cada región hay variaciones del clima como resultado de la distribución del calor del sol por la acción de las corrientes oceánicas, los vientos, la humedad, la presencia de montañas, la ubicación con respecto al mar y la distancia a los polos o a la línea ecuatorial. Por ejemplo, en el Perú, la presencia de la cordillera de los Andes, la corriente de Humboldt, corriente del Niño, las corrientes atmosféricas del sur-este y el ciclón de la Amazonia, en conjunto provocan una gran variedad de climas en el país.

La Tierra ha pasado por periodos cálidos y fríos prolongados. Los periodos de la Tierra en que el clima ha cambiado muy rápido se conocen como cambios climáticos. También existen cambios climáticos semiperiódicos en algunas zonas de la Tierra, como, por ejemplo, el Fenómeno del Niño, que suele ocurrir en época de diciembre y que afecta el clima de algunas zonas del país. El aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera por la actividad humana ha acelerado el aumento de la temperatura promedio del planeta alterando los patrones climáticos del planeta, y es llamado cambio climático antropogénico.

## Bibliografía consultada

- Acevedo, J.A. (2006). *Modelos de Relaciones entre Ciencia y Tecnología: Un análisis social e histórico*. En Revista Eureka .Enseñanza y divulgación científica.
- Almaguer, B. *El conocimiento*. Consultado 18 de marzo del 2014  
<http://www.monografias.com/trabajos64/conocimiento/conocimiento2.shtml#ixzz2vx810JaM>
- Auping, J. (2009). *Una revisión de las teorías sobre el origen y la evolución del universo. Metafísica, ciencia ficción y (a) teología en la cosmología moderna*. Parte II. Consulta: 17 de marzo de 2014.  
<http://www.uia.mx/web/files/publicaciones/origen-universo/2-6.pdf>
- Benítez, H. (2011). *Ensayos sobre ciencia y religión. De Giordano Bruno a Charles Darwin*. Santiago de Chile: RIL Editores.
- Bernal, G. (2006). *El desarrollo tecnológico, una perspectiva social y humanista*. I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e innovación CTS+I. Consulta: 20 de febrero de 2014. <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa1/m01p02.pdf>
- Biro, S. (2009). *Admirables maravillas. Galileo y el telescopio*. Consulta: 17 de marzo de 2014.  
<http://www.revista.unam.mx/vol.10/num10/art63/art63.pdf>
- Bravo, Silvia. 1997. *La ciencia: su método y su historia* .Cuadernos del Instituto de Geofísica. Universidad Nacional Autónoma de México. Pág. 9
- Brunet Icart, I., & Pastor Gosálbez, I. (2003). *Ciencia, Sociedad y Economía*. Madrid: Editorial Fundamentos
- Campbell, N., Mitchel, L., & Reece, J. (2001). *Biología: Conceptos y Relaciones*. México: Pearson Education.
- CONYCIT. Programa Explora. *El Lenguaje de la ciencia*. Programa de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile. Consulta 8 de marzo de 2014.  
[http://www.explora.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=672:el-lenguaje-de-la-ciencia-&catid=203:ciencias-fisicas-y-matematica&Itemid=1090](http://www.explora.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=672:el-lenguaje-de-la-ciencia-&catid=203:ciencias-fisicas-y-matematica&Itemid=1090)
- Croxatto, H., Monckeberg, F., Saavedra, y Vial, J. (1988). *El niño y la tecnología*. Editorial Andrés Bello. Chile. Pág. 34

- García, F. (2004) La relación ciencia y tecnología en la sociedad actual. Análisis de algunos criterios y valores epistemológicos y tecnológicos y su influencia dentro del marco social. Consulta el 17 de marzo de 2014. [http://institucional.us.es/revistas/argumentos/7/art\\_4.pdf](http://institucional.us.es/revistas/argumentos/7/art_4.pdf)
- Harlen, W. (2010). Principios y grandes ideas para la educación en ciencias. Hatfield (UK): Association for Science Education. Consulta: 12 de febrero de 2014. [http://innovec.org.mx/home/pdfs/Grandes\\_Ideas\\_de\\_la\\_Ciencia\\_esp.pdf](http://innovec.org.mx/home/pdfs/Grandes_Ideas_de_la_Ciencia_esp.pdf)
- Jiménez, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Editorial Grao. España.
- Krell, H. (s/f). *La Curiosidad*. Consulta el 17 de marzo del 2014. <http://www.ilvem.com.ar/shop/otraspaginas.asp?paginanp=450&t=LA-CURIOSIDAD.htm>
- Medina, O. (2011). *El concepto de ser vivo: Una relación entre el pensamiento del estudiante y el desarrollo histórico de la ciencia*. Universidad del Valle. Instituto de educación y pedagogía. Santiago de Cali.
- Metodología de la Investigación. Explorable. Consulta: 4 de marzo del 2014. <http://explorable.com/es/metodologia-de-la-investigacion>
- Ministerio de educación de Colombia. Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales. La formación en ciencias: ¡el desafío! Consultado: el 18 de marzo del 2014. [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)
- Molina, A. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. República Dominicana: Editora Búho.
- Myers, D. (2005). *Psicología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana
- OCDE (2013). PISA. Draft Science Framework
- Osorio, C. (s/f). La Educación científica y tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. Consulta: 20 de febrero de 2014. <http://www.oei.es/salactsi/osorio3.htm>
- Organización del Bachillerato Internacional –IBO .2007. Programa del Diploma .*Guía de Física*
- Ruiz, R. y Noguera, R. (20011). *Sobre la Neutralidad de la ciencia*. Consulta: 18 de marzo de 2014. <http://www.eluniversal.com.mx/editoriales/52833.html>
- Raviolo, A., Ramirez, P., López, E., Aguilar, A. (2010). *Concepciones sobre el Conocimiento y los Modelos Científicos: Un Estudio Preliminar*. Universidad Nacional del Comahue, Argentina . Consultado el 18 de marzo del 2014 en <http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v3n5/art05.pdf>
- Reza , F. (1997). *Ciencia, Metodología e Investigación*. México: Longman de México Editores.
- Roberto Reyna. *La actitud científica como estilo de vida*. Consulta el 17 de marzo del 2014 <http://www.robertoreyna.com/biblioteca/LibroTIS/>

- Ruiz, R. (2006). *Conocimientos Fundamentales de Biología*. México: Pearson Education.
- Torres Martínez, R. (2003). *Los nuevos paradigmas en la actual revolución científica*. Costa Rica: Editorial de la Universidad Estatal a Distancia
- Australia. Curriculum Council. (2005). *Curriculum framework: progress maps: science*. Western
- Audesirk, Teresa, Gerald Audesirk, y Bruce E. Byers. (2004). *Biología: ciencia y naturaleza*. México: Pearson.
- Asociación Fondo de Investigadores y Editores. (2006). *Biología: una perspectiva evolutiva*. Lima: Lumbreras.
- Carrasco Licea, Esperanza. (2007). *Miradas al Universo*. Monterrey: Fondo Editorial de Nuevo León.
- Cattani, Andrea. (2002). *Manual de Pediatría*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Curtis, Helena, y N. Sue Barnes. (1994). *Biología*. 5a ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Domínguez, J., M. Aira, y M. Gómez-Brandon (2009). "El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes". *Ecosistemas: revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. 18, 2, 20-31. Consulta: 04 de setiembre de 2013. <<http://webs.uvigo.es/jdguez/wp-content/uploads/2012/02/ecosistemas2009.pdf>>
- Harlen, Wynne, ed. (2010). *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias*. Hatfield (UK): Association for Science Education. Consulta: 02 de setiembre de 2013. <[http://innovec.org.mx/home/pdfs/Grandes\\_Ideas\\_de\\_la\\_Ciencia\\_esp.pdf](http://innovec.org.mx/home/pdfs/Grandes_Ideas_de_la_Ciencia_esp.pdf)>
- "La energía y sus transformaciones". *Alextecnoeso*. Consulta: 03 de setiembre de 2013. <<http://alextecnoeso.files.wordpress.com/2011/09/tema-1-la-energic3ada-y-sus-transformaciones-alumnos.pdf>>
- González, Nérida Ana, Lucía Luliani, y Juan Carlos Muñoz. (2007). "Las transformaciones de la energía". *Física: ES.4*. Buenos Aires: Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. Consulta: 03 de setiembre de 2013. <[http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista/archivos/textos-escolares2007/CFS-ES4-1P/archivosparadescargar/CFS\\_ES4\\_1P\\_u7.pdf](http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista/archivos/textos-escolares2007/CFS-ES4-1P/archivosparadescargar/CFS_ES4_1P_u7.pdf)>
- Louman, Bastiaan, David Quirós, y Margarita Nilsson, eds. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados tropicales con énfasis en América Central*. Turrialba (Costa Rica): CATIE.
- Matos, Tonatuih. (2004). *¿De qué está hecho el Universo?: materia oscura y energía oscura*. México: FCE; SEP; CONACYT.
- National Academy of Sciences. (1998). *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington: NationalAcademyPress. Consulta: 04 de setiembre del 2013. <[http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=5787&page=R1](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=5787&page=R1)>

National Science Digital Library – NSDL. [2007]. *NSDL scienceliteracymaps*. Consulta: 03 de setiembre de 2013. <<http://strandmaps.nsd.org/>>

Organization for Economic Cooperation and Development–OECD. (2013). *PISA 2015: draft science framework*. Paris.

Sherman, Alan, Sharon J. Sherman, y Leonard Russikoff. (1999). *Conceptos básicos de química*. México: Continental.

Ville, Claude A. *Biología*. (1994). México: McGraw–Hill

Documento de trabajo