

DIEZ GRANDES IDEAS CIENTÍFICAS

Malla de comprensiones y reflexiones



SINEACE

SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN,
ACREDITACIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE LA CALIDAD EDUCATIVA

DIEZ GRANDES IDEAS CIENTÍFICAS

Malla de comprensiones y reflexiones

Comprensiones esenciales para una visión moderna de la ciencia y la naturaleza, y una propuesta de progresión para lograrlas en el aula.



SINEACE

SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN,
ACREDITACIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE LA CALIDAD EDUCATIVA



Consejo Directivo Ad hoc
Peregrina Morgan Lora, Presidenta
Gisella Orjeda Fernández
Jorge Víctor Zegarra Pellanne

Secretaría Técnica
Carolina Barrios Valdivia

Programa de Estándares de Aprendizaje
Liriana Velasco Taipe, Coordinadora General
Carmen Yupán Cárdenas, Coordinadora de Ciencias y Tecnología
Daniel Guerra Giraldez, Asesor
Erick Alata Olivares
Rina Carhuaz Ambia
Miriam Ventura Panduro
Blanca Boccio Zuñiga

Este documento fue revisado y recibió los aportes de:

Ministerio de Educación
Dirección General de Educación Básica Regular
José Alejandro Pezo De la Cuba
Elizabeth Yolanda Quinteros Hajar
Miki Janett Niño Correa
Wilfredo Palomino Noa
Guillermo García Figueroa

Concytec
Nicanor Loayza Huamán
Javier Verastegui Lazo
Pablo Huerta Fernández

Expertos
Danilo Gómez Peñaherrera
Francisco Peirano Blondet
Hugo Flores Liñán
Modesto Montoya Zavaleta
Abel Gutarra Espinoza
Pedro Páucar Cabrera

Docentes
Eva Rodríguez Domínguez
Jessica Paucar Rojas
Rosales Cabrerros Collas
Aída Lobatón Navarro
Luis Vásquez Muñoz

Cuidado de la edición
Centro de Información y Referencia
César Arriaga Herrera, Coordinador

Oficina de Comunicaciones
César La Serna Venegas, Responsable

Diseño y diagramación
Ricardo Cervera Moreno

Impresión
Tarea Asociación Gráfica Educativa
Pasaje María Auxiliadora 156-164 Breña Lima 5, Perú

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-12411
ISBN N° 978-612-46478-1-9

Tiraje: 1000 ejemplares
Primera edición
Lima, setiembre del 2015

© **Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa**
Calle Manuel Miota 235, Urb. San Antonio, Miraflores, Lima 18, Perú
Teléfonos: (51-1) 221-4826, (51-1) 221-4807 anexo 108
E-mail: cir@sineace.gob.pe / www.sineace.gob.pe

Se autoriza la reproducción total o parcial siempre y cuando se mencione la fuente.

ÍNDICE

Presentación	5
Prólogo	7
Introducción	11
Diez grandes ideas científicas	13
1. Primera gran idea científica	17
Motivación y finalidad.....	17
Métodos.....	18
Productos y progreso.....	19
2. Segunda gran idea científica	21
Comunidad y tradición.....	21
Cómo trabaja.....	22
Recibe influencias y divulga.....	23
3. Tercera gran idea científica	25
Límites axiomáticos.....	25
Límites técnicos.....	26
Límites paradigmáticos.....	26
4. Cuarta gran idea científica	29
Cambia concepciones.....	29
Tecnología y Ciencia interactúan.....	30
Tecnología cambia la vida.....	31
Implicancias socio-ético-político-ambientales.....	31
5. Quinta gran idea científica	33
6. Sexta gran idea científica	37
7. Séptima gran idea científica sobre la naturaleza	41
8. Octava gran idea científica sobre la naturaleza	45
9. Novena gran idea científica sobre la naturaleza	49
10. Décima gran idea científica sobre la naturaleza	53
Referencias Bibliográficas	57
Bibliografía consultada: Acerca de la Ciencia.....	57
Bibliografía consultada: Acerca de a Naturaleza.....	60
Addenda	63
Una malla de conocimientos y reflexiones para construir las grandes ideas científicas en el aula.....	63
Malla de Comprensiones o Ideas Científicas Fundamentales	67

PRESENTACIÓN

El SINEACE ofrece la publicación “Diez grandes ideas científicas” para incentivar una mirada distinta, comprensiva y motivadora hacia la ciencia. Expresan conocimientos esenciales para la educación básica en el Perú, debido a que contienen criterios de integración de diversos principios, que se vinculan con la experiencia cotidiana y forman en conjunto una visión moderna de la naturaleza y de la ciencia.

Como el Dr. Benjamín Marticorena afirma en el prólogo, *“las diez ideas que sobre la naturaleza y su estudio se desarrollan en este compendio constituyen un conjunto indispensable de base para la aprehensión por parte del estudiante, del entorno físico, biológico y cultural en que vive. [...] No está particularmente dirigido a los jóvenes que más adelante serán científicos sino, en general, a aquellos que serán ciudadanos; es decir a todos, como una base indispensable de cultura general para el razonamiento crítico, que los hagan dialogantes, conscientes y activos participantes de los cambios que se suscitan en el mundo, sean estos naturales o espontáneos o expresamente provocados por el hombre sobre la naturaleza”*.

El conocimiento científico es producto de la indagación de muchos. Por ello el SINEACE para contribuir a la innovación curricular mediante la elaboración de estándares de aprendizaje en ciencia, en el 2012, estimula la reflexión en este campo, al realizar el III Foro Nacional “¿Qué necesitamos aprender en Ciencia y Ciudadanía?”, cuyo propósito fue propiciar el debate acerca del rol de la educación en la construcción del pensamiento científico y la conciencia ética y ciudadana.

Participaron docentes, directores, académicos, científicos y autoridades, considerando que la incorporación de innovaciones al sistema educativo, compromete la intervención de múltiples actores.

Es a partir del Foro Nacional que se conforma el equipo integrado de Ciencia conformado con especialistas del SINEACE y del Ministerio de Educación, comprometiéndose como asesor al Dr. Daniel Guerra Giraldez, así como a un grupo de expertos, con cuyo conocimiento y experiencia se abordó la elaboración de estándares de aprendizaje. “Diez Grandes Ideas Científicas” es uno de los productos de la reflexión y trabajo de este amplio grupo. A todos ellos el reconocimiento del SINEACE por su dedicación y esfuerzo.

El SINEACE espera que la presente publicación sea estimulante y útil a docentes, padres y madres de familia, directores, investigadores y demás actores educativos, aunando esfuerzos para su difusión y la toma de decisiones que coadyuven a la mejora de los aprendizajes en ciencia y la calidad educativa en nuestro país.

Consejo Directivo Ad Hoc

PRÓLOGO

Las diez ideas que sobre la naturaleza y su estudio se desarrollan en este compendio constituyen un conjunto indispensable de base para la aprehensión, por parte del estudiante, del entorno físico, biológico y cultural en que vive.

La elaboración y publicación de estas ideas en un texto de lenguaje llano están destinadas a los profesores de ciencias de las escuelas del Perú, a los estudiantes, a sus padres y, en general, a toda persona interesada en la formación de los jóvenes del país en la comprensión de su lugar en la sociedad, de su sociedad en el planeta que habitan y de su planeta en el universo. El propósito final de estas aproximaciones a la realidad es que los estudiantes se formen una percepción razonada de sí mismos y que - todo en uno - le sean valiosas para hacer el camino hacia su futura ciudadanía, dentro de la perspectiva de John Dewey para quien la educación no solo es formación para la vida sino la vida misma.

¿Por qué diez? La introducción del propio documento responde a esa pregunta explicando que "... [estas] diez ideas [...] expresan un conocimiento científico esencial para la educación básica en el Perú, debido a que obedecen a criterios de integración de diversos principios que se vinculan con la experiencia cotidiana y forman en su conjunto una visión moderna de la naturaleza y de la ciencia".

Este conjunto de ideas no pretende resumir la información científica fundamental sobre el funcionamiento del mundo, pero constituye un acercamiento

suficiente a ese propósito para los jóvenes sobre quienes recaerá, en el futuro cercano, la responsabilidad de orientar la sociedad en sus relaciones internas y con la naturaleza. Otras ideas, de la misma alta jerarquía que las diez desarrolladas aquí, podrían añadirse dando una perspectiva más completa a sus destinatarios, pero el grupo de especialistas que seleccionó las que aquí se presentan las limitó a estas diez, con la certidumbre de que proporcionan a los jóvenes un marco conceptual amplio y suficiente para dar las mejores respuestas a las necesidades materiales fundamentales de la sociedad mediante el desarrollo tecnológico y, a la vez, maravillarse en la contemplación continuamente creadora de ese mundo, con el descubrimiento de sus fundamentos dinámicos y de su historia.

No está particularmente dirigido a los jóvenes que más adelante serán científicos sino, en general, a aquellos que serán ciudadanos; es decir, a todos, como una base indispensable de cultura general para el razonamiento crítico, que los hagan dialogantes, conscientes y activos participantes de los cambios que se suscitan en el mundo, sean estos naturales y espontáneos o expresamente provocados por el hombre sobre la naturaleza.

La ciencia tiene una esencia ética fundada en el compromiso de no afirmar nada que no pueda demostrarse, sea por la experimentación o por la observación y la lógica. Y sus descubrimientos constituyen un acervo patrimonial de la Humanidad. Además, en la perspectiva de una responsabilidad de especie, los resultados de la indagación científica deben ponerse al servicio de todas las otras que medran en los mismos ambientes que los humanos. Por eso, una de las ideas expuestas en este compendio se refiere explícitamente a la función y procedimientos para hacer públicos los resultados de la investigación científica.

La ciencia tiene también una esencia estética que se manifiesta en los modelos con que se representan los objetos de la naturaleza y sus relaciones recíprocas; desde los más pequeños modelos, como los de las partículas elementales y sus intercambios, hasta los más grandes, como las galaxias. Desde las distancias mínimas dentro de aquellas partículas, hasta las inmensidades interestelares.

Y tiene la ciencia, finalmente, una orientación utilitaria, dentro de la idea

baconiana de poner la naturaleza al servicio de la mejora constante de la vida social, mediante la tecnología que da valor de uso a los recursos naturales cuando los transforma en objetos de consumo.

La ciencia, en su continuo y rápido desarrollo, va modificando las concepciones que la sociedad tiene sobre la naturaleza y sobre sí misma. A ese horizonte general, una sociedad como la peruana debe superponer su carácter específico, de manera que lo que es propio al territorio que habitamos, como su elevada diversidad biológica, climática y geológica, superpuesta a su notable diversidad cultural, estén representadas en las ideas científicas formativas con el peso propio que esos caracteres tienen en el espacio vivido.

Eso es precisamente lo que han hecho los responsables de elaborar este compendio de ideas científicas fundamentales en el SINEACE. Los beneficios de su buen trabajo deberemos verlos reflejados en nuestros ciudadanos dentro poco tiempo.

Benjamín Marticorena

INTRODUCCIÓN

Así como son claras las razones por las que la educación en ciencias es importante, son también claras las dificultades especiales que esta trae. Una de las más evidentes es la cantidad de conocimientos que la ciencia produce y que, de abarcarla en su totalidad dentro de un currículo, puede sumergir al educador en una tarea imposible de cumplir y a la vez apabullar el interés del educando. Para evitar que la extensión de la tarea ahogue la creatividad del maestro y la curiosidad del estudiante e impedir que un currículo se convierta en una inerte lista de afirmaciones, es clave priorizar los conocimientos esenciales.

Identificar los conocimientos esenciales que provienen de la ciencia permite, en primer lugar, asegurar que los principios modernos que explican el funcionamiento de la naturaleza sean comunicados a todos los estudiantes. En segundo lugar, pone en valor la libertad y criterio de los maestros y centros educativos para profundizar en algunos de estos conocimientos. Finalmente, se busca que esta estrategia estimule a los maestros y centros educativos a aprovechar oportunidades para desarrollar competencias propias del proceso de la ciencia (de la indagación científica) y no solo del conocimiento que esta produce. En línea con esta estrategia, importantes iniciativas internacionales, tales como los mapas de alfabetización NSDL o las “grandes ideas” de Wynne Harlen, buscan identificar los principios científicos más integradores, es decir, aquellos con mayor poder explicativo y que resumen más aspectos de la naturaleza.

En este documento se presentan diez ideas que consideramos expresan el conocimiento científico esencial para la educación básica en el Perú, debido a que obedecen criterios de integración de diversos principios, que se vinculan con la experiencia cotidiana y forman en su conjunto una visión moderna de la naturaleza y de la ciencia.

El proceso para identificarlas se inició con el análisis de los currículos en ciencias de diferentes países y los mapas de alfabetización científica de la Biblioteca Digital Nacional en Ciencias de Estados Unidos (NSDL), los cuales fueron deconstruidos en principios científicos como unidades mínimas de explicación. Estas unidades fueron agrupadas directamente entre sí y luego organizadas en siete conjuntos. Se buscó que cada conjunto tuviera un peso relativo semejante en términos de poder integrador, complejidad y relevancia para la vida cotidiana.

En contraste con otros documentos analizados, nuestro trabajo otorga a los mecanismos de la biosfera y la Tierra un peso mayor en consideración a la complejidad y relevancia estratégica que estos aspectos involucran en el Perú. Se redactó luego un texto breve que explica en el lenguaje más coloquial posible, los principios científicos esenciales detrás de cada uno de los seis conjuntos relacionados directamente con la naturaleza. Un conjunto, referido a la ciencia, fue enriquecido con aspectos de la indagación científica y tecnológica, y luego dividido en cuatro explicaciones, describiendo qué es la ciencia y tecnología, quiénes las realizan, qué límites y qué impactos tienen.

DIEZ GRANDES IDEAS CIENTÍFICAS

1 La ciencia nace del deseo de comprender la naturaleza y satisfacer necesidades. Produce conocimientos sobre la naturaleza y sirve de fundamento a la tecnología, para lo cual plantea cuestionamientos de tipo descriptivo o causal y define variables cuyo comportamiento registra y analiza a la luz de teorías establecidas. La ciencia progresa con nuevas ideas y evidencias que van siendo obtenidas y que pueden requerir nuevas teorías o correcciones en las existentes. La tecnología progresa aprovechando el conocimiento científico e innovando diseños según las demandas coyunturales.



2 Los conocimientos científicos son producidos por la comunidad científica global, que responde a una tradición y a valores que les son propios. Su trabajo requiere una continua evaluación por pares y abundante comunicación interna y con el resto de la sociedad. Diferentes fuerzas económicas y sociales influyen sobre la determinación de las áreas prioritarias de investigación, sobre la divulgación de los hallazgos y sobre 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 para investigar y por las concepciones que los científicos y la sociedad tienen en un momento determinado.



4 El progreso científico cambia las concepciones que la sociedad tiene sobre sí misma y sobre la naturaleza. El progreso tecnológico amplía el campo de la ciencia y cambia los estilos de vida. Ambos progresos tienen implicancias éticas, sociales, ambientales, políticas y culturales.



5 Los organismos y las células sobreviven, se reproducen e interactúan basándose en el funcionamiento de una serie de estructuras que intercambian materia, energía e información y que se organizan jerárquicamente según patrones estructurales comunes.



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



7 La materia se compone de la reunión de unidades materiales que son partículas y ondas a la vez. Las propiedades macroscópicas de las diversas formaciones de materia son determinadas por la estructura e interacciones de estas unidades, las cuales se transforman mediante reacciones que absorben o liberan energía.



8 En el universo existen diferentes manifestaciones de la energía que se interconvierten disipando calor, sin alterar la energía total en cada conversión. La energía afecta a la materia por contacto directo o a distancia vía ondas o campos de fuerza, dando lugar al movimiento y a cambios en sus propiedades.



9 Los organismos vivos en la naturaleza se relacionan 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 y biológicas actuales son producto de una historia dinámica en constante movimiento y cambio.



1

Primera gran idea científica

La ciencia nace del deseo de comprender la naturaleza y satisfacer necesidades. Produce conocimientos sobre la naturaleza y sirve de fundamento a la tecnología, para lo cual plantea cuestionamientos de tipo descriptivo causal, y define variables cuyo comportamiento registra y analiza a la luz de teorías establecidas. La ciencia progresa con nuevas ideas y evidencias que van siendo obtenidas y que pueden requerir nuevas teorías o correcciones en las existentes. La tecnología progresa aprovechando el conocimiento científico e innovando diseños según demandas coyunturales.



Motivación y finalidad

Las múltiples manifestaciones de la naturaleza causan fascinación y curiosidad en las personas, que en todo tiempo y cultura han sentido inquietud y deseo de comprender. Gracias a la comprensión científica de la naturaleza, nos maravillamos no solo con los fenómenos observables sino también con sus causas subyacentes. Por otro lado, ante los desafíos del mundo físico, la ciencia otorga al ser humano un especial poder para satisfacer sus necesidades. La deconstrucción de los principios de fun-

cionamiento de la naturaleza permite el diseño y elaboración de nuevos materiales y objetos, cuyas propiedades útiles pueden ser predichas, ensayadas y mejoradas. Este tipo de tecnología, basado en la ciencia, progresa rápidamente y su capacidad transformadora de la sociedad es una de las principales razones por las que el dominio de la ciencia es considerado estratégico para las naciones. Por ello, las motivaciones para hacer ciencia son la búsqueda del conocimiento per se, así como la búsqueda de mejores maneras para satisfacer nuestras necesidades.

Métodos

Existen distintas maneras de descubrir cómo son las cosas, qué hace que funcionen y por qué acontecen. La actitud científica se distingue por asumir lo mínimo y registrar lo máximo respecto de ellas; e interpretar con rigor y discutir con imaginación los resultados de nuestra indagación. La ciencia genera explicaciones hipotéticas que progresan gracias a los datos obtenidos en observaciones y experimentos, sustentados por razonamientos de tipo inductivo o deductivo. El rigor de la observación científica se genera desde la apropiada definición de las variables que están siendo estudiadas. Generalmente, estas pueden ser objeto de manipulación y medición para registrar los efectos que tiene una sobre la otra. Por ejemplo, si nos interrogamos sobre el efecto de la luz en el desarrollo de las plantas, se puede controlar la intensidad de luz que reciben diferentes plántulas, que son semejantes entre sí en todo lo demás. Luego, se compararía cuantitativamente sus crecimientos u otra variable de desarrollo potencialmente afectada por las diferentes intensidades de luz que recibieron.

En caso de que las variables no puedan ser manipuladas, necesitan ser observadas sistemáticamente por un tiempo determinado para encontrar posibles patrones y establecer correlación entre un factor y un resultado. Tal correlación puede sugerir un mecanismo causal que pueda ser comprobado experimentalmente. Por ejemplo, cuando se observa que ciertos hábitos como fumar se asocian a parámetros de salud, como el riesgo de contraer cáncer, se infiere posibles mecanismos causales que, tras

La ciencia genera explicaciones hipotéticas que progresan gracias a los datos obtenidos en observaciones y experimentos, sustentados por razonamientos de tipo inductivo o deductivo.

la exploración médica y la experimentación animal, pueden llegar a demostrarse. Es importante anotar que las explicaciones causales permiten establecer predicciones; por ejemplo, sobre los perjuicios al fumador pasivo o conocer a partir de cuánto consumo se produce daños acumulativos graves. Es precisamente gracias a su poder predictor que la ciencia es fundamento de recomendaciones y tecnologías útiles para la sociedad.

A lo largo de todo su proceso, la actividad científica demanda objetividad. Es por esto que los datos deben ser presentados junto con las técnicas utilizadas durante la investigación, con el propósito de relativizar de forma explícita los datos en función de las limitaciones del proceso de medición y de su margen de error asociado. Las técnicas se detallan además con la finalidad de que diferentes grupos de personas puedan realizar la experiencia de manera independiente y así comparar sus resultados para confirmarlos, en caso de ser semejantes. Asimismo, es necesario interpretar y contrastar los resultados obtenidos con teorías, principios y leyes científicas vigentes con la finalidad de respaldar los hallazgos, o para, en su defecto, complementar o refutar los enunciados de una teoría.

Productos y progreso

Los conocimientos científicos son producto del quehacer científico que, al alcanzar cierto grado de generalidad y precisión, pasan a denominarse principios, leyes o teorías científicas, dependiendo de la jerarquía que la comunidad científica le asigne por consenso. Debido a que la experiencia humana se expande, y que las tecnologías disponibles para registrar datos se hacen más poderosas, estos conocimientos generados por la ciencia están sujetos constantemente a revisión y mejora. Por otro lado, cuando la motivación es solucionar problemas propios del entorno, el producto de la actividad científica puede ser una innovación tecnológica, la cual requiere no solo de la comprensión científica, sino de procesos de diseño y construcción y de una evaluación de la eficiencia de esa innovación. La tecnología también progresa como resultado del avance científico, los nuevos desafíos estimulantes y la inventiva humana.

Los conocimientos científicos son producto del quehacer científico que, al alcanzar cierto grado de generalidad y precisión, pasan a denominarse principios, leyes o teorías científicas.

2

Segunda gran idea científica

Los conocimientos científicos son producidos por la comunidad científica global, que responde a una tradición y valores que le son propios. Su trabajo requiere una continua evaluación por pares y abundante comunicación interna y con el resto de la sociedad. Diferentes fuerzas económicas y sociales influyen sobre la determinación de las áreas prioritarias de investigación, sobre la divulgación de los hallazgos y sobre las prácticas tecnológicas.



Comunidad y tradición

Desde la antigüedad, cada cultura ha desarrollado diversos conocimientos y tecnologías. Estos aportes aislados en el tiempo y por las distancias geográficas fueron logrados probablemente en su mayor parte en forma empírica, sin consenso de una comunidad científica, por entonces inexistente y sin escrutinio público. Algunos aportes se encontrarían asociados con concepciones míticas. A partir de la revolución científica de los siglos XVI y XVII, con los aportes especialmente notables de Copér-

nico, Kepler, Galileo y Newton, se afianzó una manera de producir conocimientos que hoy llamamos ciencia moderna. Esta se distingue por enunciar observaciones e ideas con expresiones matemáticas y por discutir abiertamente los resultados y las técnicas utilizadas para obtenerlos, y por distinguirse claramente del pensamiento metafísico. Bajo este enfoque, en los últimos quinientos años se ha forjado y fortalecido una comunidad de personas que han contribuido a un progreso sistemático del conocimiento científico de la naturaleza. A la par con el progreso de la ciencia, la tradición ha desarrollado procesos que rigen el quehacer de la comunidad científica. En la actualidad se resaltan como valores de la investigación científica el cultivo de la curiosidad y la capacidad de asombro, la honestidad en la búsqueda de la objetividad, la apertura a nuevas ideas, y el escepticismo en el juicio riguroso de cada nueva evidencia e idea.

Cómo trabaja

Actualmente y gracias al desarrollo de las telecomunicaciones, se ha consolidado una comunidad científica global formada por equipos de investigadores que producen, debaten, colaboran y compiten en la producción de conocimientos y de tecnologías de sus respectivas áreas de especialización. Con estos propósitos, difunden los resultados de sus investigaciones en libros, revistas científicas, eventos e Internet con la premura que impone la competencia. Los miembros de esta comunidad centran su trabajo en el avance sólido del conocimiento científico no solo para develar los principios que gobiernan las causas y efectos de los fenómenos naturales, sino también para trazar estrategias de cómo dichos principios pueden aprovecharse en tecnologías que contribuyan a la solución de pequeños y grandes problemas de las sociedades locales y de la humanidad toda. De esta forma, la ciencia avanza por el trabajo de millones de personas en competencia positiva y no por los logros de unos pocos estudiosos, ni por consignas iluminadas.

Gracias al desarrollo de las telecomunicaciones, se ha consolidado una comunidad científica global formada por equipos de investigadores que producen, debaten, colaboran y compiten en la producción de conocimientos y de tecnologías de sus respectivas áreas de especialización.

Recibe influencias y divulga

La comunidad científica no determina en forma totalmente autónoma la dirección que toma su trabajo. Diversas fuerzas políticas, sociales, económicas y culturales influyen sobre qué investigaciones se promueven, qué proyectos se financian y cuáles podrían ser relegados hasta otro momento. Los factores involucrados en esta decisión pueden ser valores personales, orientación de las políticas públicas y de los instrumentos de política para financiar la investigación, perspectivas del mercado, leyes de patente, disponibilidad de capital de riesgo, el presupuesto público, regulaciones locales o nacionales, la atención mediática, la competencia económica e incentivos tributarios, entre otros.

Con el fin de lograr una adecuada valoración social de la ciencia es indispensable la comunicación desde la comunidad científica hacia el público no especializado, conocida como divulgación científica. La divulgación científica, al lado de la alfabetización científica promovida por la enseñanza pública, favorece el aprovechamiento de los productos de la ciencia, la interlocución entre diferentes actores y el desarrollo del pensamiento crítico en la sociedad. Aunque los hallazgos científicos suelen ser publicados y divulgados, muchos desarrollos tecnológicos y usos directos del conocimiento están protegidos por alguna modalidad de propiedad intelectual con el fin principal de lucrar a través de ellos con ventaja.

3

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 para investigar y por las concepciones que los científicos y la sociedad tienen en un momento determinado.



Límites axiomáticos

Al hacer ciencia, se asume que la comprensión de los fenómenos estudiados es posible a través de la razón, y que esta conduce a verdades de aplicación general porque las leyes que rigen al universo son únicas y uniformes hasta donde es posible observar su desempeño. Esto define los límites axiomáticos del campo de acción de la ciencia, que no puede estudiar los fenómenos que caigan fuera de esta delimitación. Así, la ciencia no aborda preguntas que busquen relacionar fenómenos que no están

definidos en términos observables o que asuman a priori que trata sobre cuestiones incomprensibles para el ser humano, como por ejemplo la existencia de una fuerza vital etérea, o de un espíritu metafísico. Tampoco aborda cuestionamientos de valor, como por ejemplo si es un acto piadoso o reprobable el aplicar la eutanasia en pacientes desahuciados que lo soliciten. Tampoco se consideran cuestiones científicas las anécdotas que consideren algún fenómeno como excepción única en el universo, como los relatos de quienes han experimentado la intervención divina, premoniciones, o telepatía, pero que nunca se han reportado en situaciones controladas y reproducibles.

Límites técnicos

El desarrollo científico también presenta límites técnicos; es decir, puede suceder que la tecnología actual no permita la observación de algún fenómeno, o que la tecnología necesaria para tal observación sea demasiado costosa. Así, por ejemplo, el Proyecto Genoma Humano tardó muchos años porque la tecnología necesaria estaba aún siendo desarrollada. Hoy en día la tecnología que permitió culminarlo ha sido mejorada significativamente, reduciendo los tiempos y costos necesarios para conocer ese genoma y el de las demás especies biológicas. Sin embargo, aún conocemos tan solo el genoma de una pequeña fracción de las especies que existen, y se ha priorizado aquellas de especial interés económico, ambiental o de salud.

Límites paradigmáticos

La ciencia se ve limitada, además, por las teorías y corrientes de pensamiento vigentes en un determinado contexto. 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. Una consecuencia favorable de esto es que las teorías exitosas guían a los científicos a realizar preguntas específicas, susceptibles de ser puestas a prueba, y proporcionan un

Una consecuencia favorable de esto 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.

marco de entendimiento para nuevas observaciones. Por otro lado, una consecuencia desfavorable es que las teorías predominantes, por su fuerte influencia, pueden obstaculizar la imaginación de los investigadores o dificultar la aceptación de nuevas ideas. Una forma sencilla de expresar esta limitación es que las preguntas pueden formularse de tal manera que limitan las respuestas. En efecto, las observaciones halladas siempre guardan relación con las preguntas que las originaron. También puede ocurrir que se ignore evidencia pertinente o que no se le dé la importancia debida porque contradice a las teorías predominantes, mientras que los hallazgos que confirman las ideas establecidas resultan aceptados más fácilmente, a veces incluso con menos rigor del que es debido.

4

Cuarta gran idea científica

El progreso científico cambia las concepciones que la sociedad tiene sobre sí misma y sobre la naturaleza. El progreso tecnológico amplía el campo de la ciencia y cambia los estilos de vida. Ambos progresos tienen implicancias éticas, sociales, ambientales y políticas.



Cambia concepciones

La actividad científica se encarga de ampliar los conocimientos sobre la naturaleza, posibilitando que las personas cambien sus concepciones sobre ella. Por ejemplo, las investigaciones actuales sobre el rol de ciertos neurotransmisores en los estados de ánimo y en enfermedades mentales como la depresión crónica o el trastorno bipolar nos señalan una base bioquímica de las emociones que llevan a un cuestionamiento de la constitución del yo y de la conciencia humana, tradicionalmente

concebidos como fenómenos espirituales. Así, conforme el campo de lo observable y comprensible se expande gracias al progreso científico, las explicaciones tradicionales de diversos fenómenos o procesos pueden retroceder. Tal como en otro tiempo la concepción del humano como centro del universo fue desplazada por la ciencia, hoy en día experimentamos nuevos hallazgos que pueden desafiar la forma de comprender incluso aspectos fundamentales de nuestra existencia, tales como el origen de la vida, la conciencia, el albedrío, la sexualidad y muchos otros. Es evidente que el cuestionamiento de explicaciones y creencias tradicionales origina conflictos intelectuales, y que estos pueden incitar al cuestionamiento de valores vigentes y a la legitimidad de estructuras sociales. Resulta comprensible que tales conflictos originen fuertes resistencias —algunas espontáneas y otras organizadas— en contra de diversas ideas científicas y algunas tecnologías. Es importante distinguir la actividad mediática y activista comunes en estos conflictos, de las actividades de comunicación interna y de divulgación propias de la comunidad científica.

Tecnología y Ciencia interactúan

El avance del conocimiento científico guarda relación con el desarrollo tecnológico, ya que la ciencia hace uso de procedimientos y herramientas creadas por la tecnología. Esta posibilita ampliar la frontera de lo observable y potencia enormemente la capacidad de almacenamiento, procesamiento, análisis y transmisión de datos. A su vez, la tecnología se alimenta de la ciencia, ya que la deconstrucción de los principios de funcionamiento de la naturaleza permite el diseño y construcción de nuevos objetos, nuevos instrumentos de medición y de nuevos materiales cuyas propiedades útiles pueden ser predichas, luego ensayadas y mejoradas. Así, al hacer uso de los conocimientos científicos se mejoran los procesos en la producción, se incrementa la eficiencia y se logra realizar tareas que antes eran imposibles.

El avance del conocimiento científico guarda relación con el desarrollo tecnológico, ya que la ciencia hace uso de procedimientos y herramientas creadas por la tecnología.

Tecnología cambia la vida

La tecnología basada en ciencia progresa rápidamente y la sociedad, que va incorporando diferentes objetos o sistemas tecnológicos en la vida diaria, cambia la forma en la que se vive, se trabaja y se comunica. Por ejemplo, las redes informáticas han posibilitado la universalización de intercambios y relaciones sociales sin importar las distancias. Algunas consecuencias son la disminución de las interacciones físicas entre las personas y la proliferación de subculturas que se manifiestan, por ejemplo, con modificaciones propias en el lenguaje.

Implicancias socio-ético-político-ambientales

El desarrollo científico y tecnológico tiene implicancias en distintos campos, ya sea a nivel de estructuras y agentes sociales (campo social); de plano normativo (campo ético); de los derechos y libertades de las personas (campo político), y de la protección y mejora del ambiente y los recursos naturales (campo ambiental). Por ejemplo, las tecnologías de producción en masa, tales como las líneas de montaje, incrementaron los puestos de empleo en el siglo XX, lo que provocó el crecimiento de las ciudades y la formación de una clase social trabajadora numerosa. Esta práctica también favoreció una imagen del trabajador industrial como parte de una gran máquina, lo que afectó su visión como sujeto de derechos. Como ejemplo de implicancias en el campo normativo podemos reflexionar sobre las investigaciones de sustancias utilizadas en industrias químicas y alimentarias. Por sus posibles repercusiones, estas investigaciones, así como las acciones de monitoreo, deben ser llevadas a cabo por instituciones independientes, libres de conflictos de interés, que aseguren la protección del consumidor y del ambiente.

La tecnología basada en ciencia progresa rápidamente y la sociedad, que va incorporando diferentes objetos o sistemas tecnológicos en la vida diaria, cambia la forma en la que se vive, se trabaja y se comunica.

5

Quinta gran idea científica

Los organismos y las células sobreviven, se reproducen e interactúan entre sí sobre la base del funcionamiento de una serie de estructuras que intercambian materia, energía e información y que se organizan jerárquicamente según patrones estructurales comunes.



Todo organismo vivo está formado por una o más células. Los organismos complejos (de muchas células) cumplen esencialmente las mismas funciones básicas que las células individuales. Por ejemplo, las células individuales digieren, respiran, responden a estímulos, segregan sustancias, al igual que los organismos más complejos. Y mientras que la célula se reproduce por mitosis y meiosis para generar más células, los organismos complejos utilizan estos mismos mecanismos en la reproducción asexual y sexual para crecer y generar descendientes. Las funciones de un organismo

están relacionadas con la organización jerárquica de sus estructuras moleculares o multicelulares. Un ejemplo de esta organización es el de las células animales llamadas osteoblastos, que en conjunto forman la matriz ósea, que forma los huesos, y el conjunto de huesos forma el sistema óseo, que 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, en los tejidos de la colénquima y esclerénquima, que cumplen en las plantas funciones de soporte análogas a las de los huesos en los animales vertebrados.

El intercambio de materia y energía que se produce en los seres vivos se llama metabolismo, y permite su crecimiento, conservación y reparación. El metabolismo sostiene un cambio constante en todas las células, que obtienen energía y materia al descomponer las grandes moléculas de alimentos como carbohidratos, proteínas y grasas en unidades materiales más sencillas que utilizan luego como bloques de construcción para sus propias estructuras moleculares funcionales.

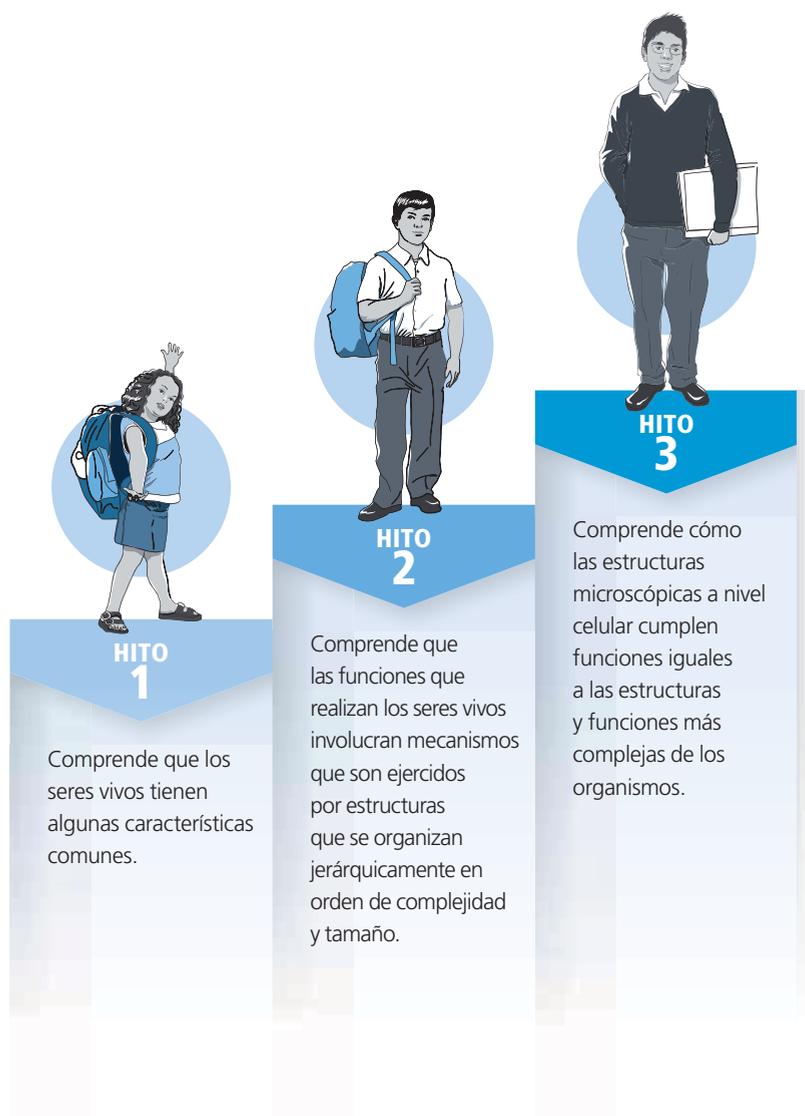
El intercambio de información en las células y organismos se da a través de receptores y una diversidad de sustancias. Por ejemplo, en el caso de los animales, existen receptores especializados para recoger información del entorno llamados órganos de los sentidos. Las funciones en el interior de un organismo están reguladas por hormonas, que son liberadas por tejidos y órganos especializados, se trasladan por la sangre en los animales superiores para regular la actividad de diversos 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, o por cambios físicos, químicos o biológicos que pueden conducir a enfermedades y poner en peligro la vida. Frente a ello se

Cuando la estructura y el funcionamiento celular están en condiciones óptimas, se considera que el organismo goza de buena salud.

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. Muchas de estas tecnologías se basan en introducir sustancias en el cuerpo, las cuales pueden ser hormonas, enzimas o inhibidores que actúan sobre células del propio organismo y sus señales, o sobre células o virus invasores.

A continuación, a manera de ejemplo, se presentan tres hitos de la progresión de la comprensión de esta gran idea científica en la educación básica regular:



6

Sexta gran idea científica

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



Los responsables de los caracteres hereditarios en los organismos, como la forma del cuerpo, el color de las hojas y frutos, o el tipo de cabello, 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. Esta información perdura en el tiempo gracias a que la molécula de ADN tiene la propiedad de replicarse, es decir, puede producir copias de sí misma generando otra idéntica. Ocasionalmente, ocurre una variación o error en la réplica, dando lugar a variantes en el nuevo ADN, lo que

favorece la diversidad genética dentro de una especie, pero también puede causar defectos y enfermedades. Otra fuente de variaciones súbitas en el ADN es la acción de sustancias reactivas internas del cuerpo, como radicales libres de oxígeno, o de agentes externos al organismo, como los rayos X, rayos UV, radioactividad, sustancias carcinogénicas, entre otros. Estos ocasionan cambios en el ADN y pueden producir enfermedades como diferentes tipos de cáncer o malformaciones en plantas que impiden su desarrollo normal.

La transmisión de esta información se da a través de la reproducción asexual y sexual. La reproducción asexual produce descendientes cuyo material genético es esencialmente idéntico 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 enfrentarse 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 constituyen la base del origen de nuevas especies.

La reproducción sexual genera diversidad genética al combinar genes de diferentes padres y asegura que ningún individuo sea genéticamente idéntico a otro.

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 cuer-

po, 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 ha permitido el desarrollo de técnicas de ADN recombinante para la producción de sustancias de importancia biológica y médica. Por ejemplo, para tratar la diabetes antes se extraía insulina de animales, pero hoy se utilizan bacterias que han sido modificadas con el gen de la insulina humana y gracias a ello los pacientes pueden recibir una proteína, formada en la bacteria, idéntica a la que producen las personas sanas. La tecnología del ADN ha permitido además catalogar y revalorar la diversidad de especies animales, vegetales y microbianas, así como la diversidad de individuos dentro de cada especie, lo que contribuye a establecer criterios para seleccionar los individuos óptimos para, por ejemplo, proyectos de reforestación o para el mejoramiento de razas de animales domésticos por selección artificial. La biotecnología moderna basada en tecnologías de manipulación genética promete revolucionar el campo de la medicina, con técnicas tan innovadoras como puede ser la modificación de nuestro propio sistema inmune para capacitarlo mejor en el combate contra enfermedades tales como el cáncer. Los posibles alcances desafían de tal manera nuestras concepciones previas que plantean cuestionamientos éticos que deben debatirse con responsabilidad.

La biotecnología moderna basada en tecnologías de manipulación genética promete revolucionar el campo de la medicina, con técnicas tan innovadoras como puede ser la modificación de nuestro propio sistema inmune para capacitarlo mejor en el combate contra enfermedades tales como el cáncer.

A continuación, a manera de ejemplo, se presentan tres hitos de la progresión de la comprensión de esta gran idea científica en la educación básica regular:



HITO 1

Comprende que los hijos son semejantes a sus padres.



HITO 2

Comprende que los seres vivos se agrupan según especies y que dentro de estas hay diversidad de individuos que son producto de la reproducción sexual.



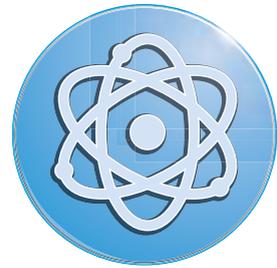
HITO 3

Comprende como la evolución y continuidad de las especies son productos de mecanismos como la diversidad genética y selección natural.

7

Sétima gran idea científica sobre la naturaleza

La materia se compone de la reunión de unidades materiales que son partículas y ondas a la vez. Las propiedades macroscópicas de las diversas formaciones de materia son determinadas por la estructura e interacciones de estas unidades, las cuales se transforman mediante reacciones que absorben o liberan energía.



La materia constituye todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. Un lápiz, el aire, una piedra, una planta, o el sudor son todos 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 choca 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 continua, también se comporta como corpúsculo discreto. Posteriormente, la propiedad dual fue también demostrada como característica de los electrones, los átomos y de todos los cuerpos en relación a su masa y velocidad.

Las propiedades de toda sustancia están determinadas por la naturaleza y estructura de sus partículas, así como por la interacción entre ellas. Estas partículas pueden ser átomos y moléculas. Los átomos son las partículas más pequeñas que conservan las propiedades de la materia y están constituidos por un núcleo positivo y una nube electrónica negativa cohesionados entre sí por una atracción eléctrica. 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 llamado espín, que origina las propiedades magnéticas de un cuerpo. Existen más de cien tipos de átomos naturales y algunos otros que han sido obtenidos artificialmente. La manera en que se distribuye la nube de electrones determina que algunos átomos alcancen la neutralidad eléctrica de manera estable o no, y que presenten en consecuencia menor o mayor tendencia a combinarse químicamente dando lugar a moléculas. En las moléculas se accede a más posibilidades para alcanzar la neutralidad eléctrica, ya que en ellas los átomos establecen enlaces entre sí en los que comparten electrones. Según las características de cada tipo de átomo, estos 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

Si la luz choca 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 continua, también se comporta como corpúsculo discreto.

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.

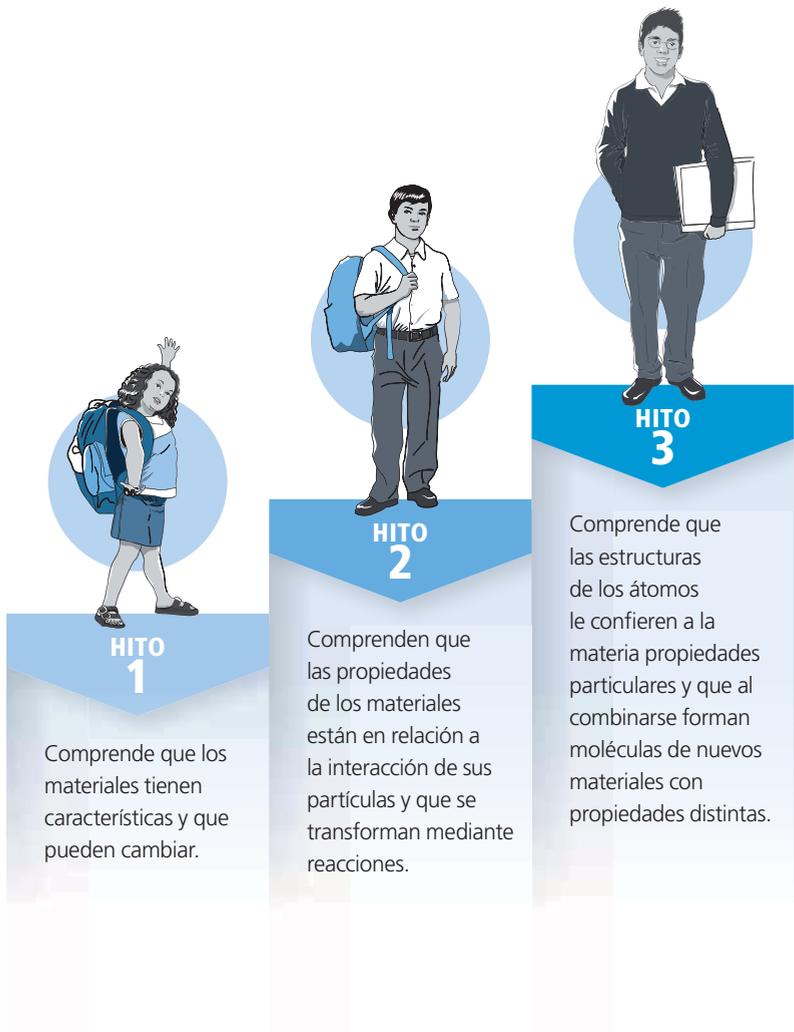
Los átomos y moléculas no son estáticos y tienden a la dispersión, se mueven en diferentes direcciones, colisionando, atrayéndose y repeliéndose a diferentes velocidades en su conjunto según la temperatura del material. Las interacciones entre los átomos y moléculas se dan a través de fuerzas de cohesión que determinan el estado fisicoquímico de los cuerpos. Por ejemplo, los metales y sus aleaciones en estado sólido 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. En cambio, las partículas en estado gaseoso (ya sean átomos o moléculas) no interactúan entre sí, salvo por ocasionales colisiones 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 puede transformarse 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 de la fotosíntesis donde el dióxido de carbono se combina con el agua, absorben energía de la luz y dan lugar a moléculas más complejas, que contienen más enlaces y que llamamos carbohidratos.

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.

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 la sociedad actual. Un ejemplo es la amplia variedad de productos derivados de combustibles fósiles, de los que obtenemos energía por combustión, y que también aprovechamos convirtiéndolos en polímeros plásticos de diversas propiedades 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, dando lugar a un material más duro y maleable, que también puede ser combinado con níquel o cromo para mejorar su resistencia a la corrosión.

A continuación, a manera de ejemplo, se presentan tres hitos de la progresión de la comprensión de esta gran idea científica en la educación básica regular:



8

Octava gran idea científica sobre la naturaleza

En el universo existen diferentes manifestaciones de la energía que se interconvierten disipando calor, sin alterar la energía total en cada conversión. La energía afecta a la materia por contacto directo o a distancia vía ondas o campos de fuerza, dando lugar al movimiento y a cambios en sus propiedades.



La energía mueve el universo entero, da lugar a todos los cambios que ocurren en la materia y se encuentra presente en cantidad 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 puede transformarse en electricidad, al igual que el flujo del viento que impulsa los molinos o la luz del sol que genera electricidad en los paneles solares. La materia también es una manifestación de la energía, ya que la masa de cualquier cuerpo puede convertirse en una enorme cantidad de energía, según la célebre equivalencia $E=mc^2$ (la cantidad de energía es igual a la cantidad de masa convertida, multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz). Este proceso es la fuente de energía de los reactores nucleares y del interior de las estrellas.

Aunque la cantidad total de energía en el Universo se conserva, ninguna transformación de energía es perfectamente eficiente, ya que siempre se disipa una porción no aprovechable en forma de calor. Por ejemplo, cuando un atleta corre, disipa energía al emanar calor de su cuerpo hacia el ambiente, evaporar su sudor y hacer ruido en sus pisadas. La disipación de calor es una necesidad no solo en los seres vivos sino también en las máquinas, como por ejemplo en la ventilación de los circuitos de una computadora. Muchos esfuerzos tecnológicos se enfocan en reducir el desperdicio de energía, como la adecuada lubricación de las piezas de un automóvil para reducir la fricción entre ellas y aprovechar mejor la energía del combustible.

La energía genera cambios en los cuerpos a través de fuerzas de contacto que afectan, por ejemplo, su movimiento; como ocurre al dar impulso a un bloque sobre una superficie y hacer que este se desplace y disipe su energía por fricción hasta detenerse o transferirla por impacto a otro cuerpo. Los cuerpos también pueden ser afectados por cambios en la temperatura y presión según las fuerzas de interacción que existen entre átomos y moléculas que los 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.

Los cuerpos también pueden ser afectados por cambios en la temperatura y presión según las fuerzas de interacción que existen entre átomos y moléculas que los componen.

La energía también puede afectar a los cuerpos sin tener contacto con ellos, extendiendo 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, un imán genera un campo de fuerza a su alrededor que atrae a cuerpos hechos de hierro o níquel y hace 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 permanentemente 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 se extiende en el espacio 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 a 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 ya que viajan en el vacío, como por ejemplo la luz visible que impacta en nuestra retina y permite ver la luz emitida por alguna estrella tan lejana que probablemente ya desapareció durante el largo tiempo en que esa luz viajó hasta llegar a nosotros. 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 por eso son usados para observar el interior del cuerpo humano.

los rayos X presentan una longitud de onda que les permite atravesar los tejidos blandos y por eso 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 trasforma 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 electroimanes y crea un campo magnético que hace que el tren se deslice casi sin fricción en un estado de levitación magnética.

A continuación, a manera de ejemplo, se presentan tres hitos de la progresión de la comprensión de esta gran idea científica en la educación básica regular:



9

Novena gran idea científica sobre la naturaleza

Los organismos vivos en la naturaleza se relacionan 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.



La variedad asombrosa de seres vivos que presenta el planeta es producto de la evolución a partir de un único origen unicelular. 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 las reacciones químicas que los mantienen. Por ejemplo, el carbono, el nitrógeno y 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 quema de combustibles, es metabolizado por las plantas para transformarse en carbohidratos mediante la fotosíntesis y sirve de alimento a la misma planta, a los animales y a los microorganismos. El carbono asimilado en el cuerpo de diferentes seres vivos puede volver al medio exterior en forma de dióxido de carbono o como restos orgánicos que son descompuestos por los microorganismos. En algunas condiciones, grandes cantidades de materia orgánica pueden quedar atrapadas en el subsuelo y transformarse en yacimientos de gas, carbón o petróleo, llamados en conjunto 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 que la obtienen directamente del Sol son llamados “productores”. 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 en 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 sobre-

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

vivir 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 cazadores que requieren ser más veloces que su presa, o las aves que despliegan vistosos plumajes para atraer a su pareja. 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 altoandinos cuyo organismo produce una muy alta cantidad de glóbulos rojos para capturar y distribuir mejor el escaso oxígeno de las alturas

Todos los seres vivos afectan el ambiente desde su nicho ecológico. Por ejemplo, los árboles de los bosques generan sombra por su gran tamaño y follaje, lo 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 el 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 modifica 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.

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.

A continuación, a manera de ejemplo, se presentan tres hitos de la progresión de la comprensión de esta gran idea científica en la educación básica regular:



HITO 1

Comprende que hay diferentes seres vivos y que todos se relacionan con su ambiente



HITO 2

Comprende que existe una relación de parentesco entre los seres vivos y que provienen de un mismo origen. Cada especie tiene estrategias de supervivencia en relación a otras especies y a su entorno.



HITO 3

Comprende que los ecosistemas se definen por características geográficas, flujos de materia y energía y por funciones que cumplen diferentes seres vivos. Los ecosistemas son perturbados por diferentes causas especialmente la actividad humana.

10

Décima gran idea científica sobre la naturaleza

La Tierra forma parte del universo y sus características geológicas, climáticas y biológicas actuales son producto de una historia dinámica en constante movimiento y cambio.



El universo se originó a partir de la gran explosión llamada Big Bang que ocurrió hace más de catorce mil millones de años y se encuentra en expansión permanente. En el universo existen miles de millones de galaxias, las cuales se conforman, cada una, 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. La fuerza de la gravedad permite que los cuerpos interactúen entre sí a grandes distancias en el Universo. Esta fuerza cohesionan grandes cantidades de materia y la

condensa en forma de planetas o estrellas. También da lugar también a movimientos orbitales, por ejemplo, el giro de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna 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 (sin contar al planeta enano Plutón) 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 sino que se distribuye según la latitud, y cambia debido al eje de rotación de la Tierra cuya inclinación 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. Los océanos funcionan como grandes sumideros y recicladores en los ciclos biogeoquímicos y la

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.

atmósfera filtra las emisiones de los rayos solares que llegan a la Tierra. La acción conjunta de las corrientes atmosféricas y corrientes marinas distribuye el calor en el planeta creando condiciones climáticas a las que se condicionan los seres vivos.

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, ya que la radiación es más densa en el Ecuador que en las zonas polares. Los movimientos de rotación y traslación contribuyen a estas distinciones, 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, la corriente del Niño, las corrientes atmosféricas del sur-este y el ciclón de la Amazonia, en conjunto provocan una gran variedad de climas.

Nuestro planeta ha atravesado por diferentes eras que se estiman en varios millones de años cada una. En ellas, la composición de los gases atmosféricos ha cambiado, así como la proporción de agua sólida y líquida, la forma de los continentes que hoy conocemos y la cantidad y diversidad de seres vivos. En una escala más reciente, la Tierra también ha pasado por periodos calientes y fríos prolongados por miles de años. Los periodos de la Tierra en que el clima ha cambiado muy rápido se conocen como cambios climáticos. También existen cambios climáticos semi-periódicos 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.

A continuación, a manera de ejemplo, se presentan tres hitos de la progresión de la comprensión de esta gran idea científica en la educación básica regular:

**Nuestro planeta
ha atravesado por
diferentes eras
que se estiman en
varios millones de
años cada una.**

**HITO
1**

Comprende que el día y la noche tienen características diferentes por la presencia de ciertos astros en el cielo.

**HITO
2**

Comprende cómo se forman y cambian las estrellas y planetas por acción de la gravedad.

Comprende cómo se generan el clima, el relieve y el movimiento del agua en el ambiente.

**HITO
3**

Comprende que la Tierra y sus características en cada región son resultado de una historia de ejercicio de fuerzas internas, interacciones con el sol y otros astros, así como de la influencia transformadora de las grandes masas de materia viva que alberga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía consultada: ACERCA DE LA CIENCIA

- 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
- Brunetlcart, I. y Pastor Gosálbez, I. (2003). *Ciencia, Sociedad y Economía*. Madrid: Editorial Fundamentos

Campbell, N.; Mitchel, L. y Reece, J. (2001). *Biología: Conceptos y Relaciones*. México: Pearson Education.

CONICYT. 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

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

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

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

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. (2011). "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

Bibliografía consultada: ACERCA DE LA NATURALEZA

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.

60

Cattani, Andrea. (2002). *Manual de Pediatría*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Curtis, Helena y N. Sue Barnes. (1994). *Biología*. 5.º 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/jdguetz/wp-content/uploads/2012/02/ecosistemas2009.pdf>>

Harlen, Wynne, ed. (2010). *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias*. Hatfield (UK): AssociationforScienceEducation. Consulta: 02 de setiembre de 2013. <http://innovec.org.mx/home/pdfs/Grandes_Ideas_de_la_Ciencia_esp.pdf>

"La energía y sus transformaciones". *Alextecnoso*. Consulta: 03 de setiembre de 2013. <<http://alextecnoso.files.wordpress.com/2011/09/tema-1-la-energic3a-da-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>

- 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: National Academy Press. Consulta: 04 de setiembre del 2013. <http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=5787&page=R1>
- National Science Digital Library–NSDL. (2007). *NSDL science literacy maps*. 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. (1994). *Biología*. México: McGraw–Hill.

ADDENDA

Una malla de conocimientos y reflexiones para construir las grandes ideas científicas en el aula

Tras identificar las verdades científicas consideradas esenciales, se diseñó una red de conocimientos que permitirían a una persona, desde muy pequeña, construir paulatinamente una visión moderna de la ciencia y la naturaleza. La ilustración que sigue muestra la construcción progresiva de las seis grandes ideas sobre la naturaleza diagramadas como seis columnas interconectadas, convenientemente dispuestas en siete filas que corresponden a los siete niveles de la educación básica regular.

A grandes rasgos, en los primeros niveles la comprensión alcanza el reconocimiento de hechos que son evidentes a los sentidos. Luego, se exponen hechos y principios causales, algunos de los cuales son inalcanzables a la experiencia directa sin instrumentos debido a su escala en tiempo o en tamaño, por lo que requieren un grado de abstracción. Finalmente, los niveles superiores incluyen principios científicos que requieren de mayor abstracción, ya sea para lograr el tratamiento cuantitativo de modelos idealizados, o para integrar fenómenos complejos que pueden incluir al micromundo y al cosmos.

Las secuencias de comprensiones aquí propuestas permitirían un descubrimiento paulatino y lógico de las grandes ideas científicas. Por ejemplo, los materiales primero se presentan como diversos en propiedades, para luego establecer que estas propiedades son causadas por la composición microscópica; acto seguido, se describe el campo eléctrico que existe al interior del átomo, y que servirá de base para comprender la reactividad y las propiedades de los materiales que se observaron desde un

inicio. En otro ejemplo, el desarrollo de la comprensión de la herencia y desarrollo, los niños pueden iniciar con el simple reconocimiento de las semejanzas entre padres e hijos; estas se extienden y utilizan para definir grupos llamados especies y reconocer la diversidad dentro de ellas. Esta diversidad aparece luego como base de la selección natural, como motor del origen y evolución de nuevas especies; finalmente, en los últimos niveles se describe los mecanismos microscópicos que hacen esto posible.

Por otro lado, en la construcción de los conocimientos científicos encontramos algunas ideas que incitan reflexiones más allá del ámbito meramente científico, y que se aproximan a lo epistemológico, y a lo histórico-social. Cuando se desarrolla un aprendizaje en el aula, se revive momentos históricos de la ciencia que causaron gran impacto, ya sea porque desafiaron concepciones previas sobre lo humano y la naturaleza o porque permitieron tecnologías que cambiaron a la sociedad. Estos eventos paradigmáticos suscitan sorpresa, controversia y debate que pueden aprovecharse para abordar las cuatro ideas acerca de la ciencia, pues son ejemplos de reflexión en torno a las preguntas: ¿Quiénes la realizan la ciencia y cuáles son sus valores y tradición? ¿Cuáles son los límites de la ciencia? ¿Cuáles son sus impactos?

Para el desarrollo de estas ideas en la educación básica regular se ha priorizado algunos eventos paradigmáticos relevantes en la historia de la ciencia y que están en relación directa a las grandes ideas científicas. Estos son:

1 La revolución copernicana, por ser el evento que logra históricamente la separación entre física y metafísica. Esta distinción puede ser de importancia especial en nuestro país, en el que cosmovisiones alternativas existen en paralelo a la comprensión científica, tal como ha ocurrido históricamente.

2 Las teorías atómica y cuántica, porque la teoría atómica destruye la idea de una materia con tendencia, memoria y propósito, presente aun en la actualidad. Y porque la mecánica cuántica demuestra un límite definitivo al positivismo científico.

3 La teoría de evolución, porque desafía aspectos comunes de la cosmovisión, como el origen del ser humano y la reflexión sobre la “benignidad” u “hostilidad” de un mundo donde imperan la selección y la extinción.

4 La teoría de los gérmenes, porque ejemplifica cómo una nueva tecnología (el microscopio) permitió explicaciones físicas para la vida y la enfermedad, que refutaron al vitalismo y permitieron grandes victorias en la medicina.

5 El cambio climático, por ser un evento paradigmático contemporáneo de alta relevancia para el país y el mundo, y que ejemplifica cómo diversos intereses pueden influenciar tanto al propio trabajo científico como a su capacidad de impacto.

Estos eventos están señalados en la ilustración, conectados cada uno a dos momentos específicos de la malla de conocimientos. Se propone que cada evento paradigmático sea introducido como tema de reflexión en dos hitos, de menor a mayor profundidad.

En la siguiente tabla se presentan algunos ejemplos donde se definen dos referentes para la reflexión que pueden alcanzar los estudiantes en relación a estos eventos paradigmáticos:

	PRIMER HITO	SEGUNDO HITO
LA REVOLUCIÓN COPERNICANA	Se creyó por mucho tiempo que el humano era el centro del Universo, pero la observación detallada del cielo con el telescopio demostró que no.	La ciencia puede producir conocimiento sobre el universo basándose en la observación sistemática, de manera paralela a las ideas religiosas o metafísicas en general.
LAS TEORÍAS ATÓMICA Y CUÁNTICA	Por mucho tiempo prevaleció la idea de una realidad continua, de sustancias y tendencias, con memoria y propósito. Sin embargo, las propiedades de los materiales dependen de sus partículas discretas, y no del cuerpo al que pertenecen.	El principio de incertidumbre propone un límite físico a la idea positivista de un conocimiento perfecto.
LA TEORÍA DE EVOLUCIÓN	Aunque parezcan muy diferentes, todos los organismos provienen de los mismos ancestros y sus adaptaciones les permiten una estrategia de vida.	La historia de la vida en la Tierra es la de múltiple divergencia evolutiva a partir de un origen, con accidentes y sin dirección. Existen grupos ideológicos que atacan el despropósito evolutivo utilizando argumentos no-científicos.
LA TEORÍA DE LOS GÉRMEDES	Los instrumentos expanden la frontera de lo observable y nos permiten nuevas explicaciones. La vida y la enfermedad son realidades físicas que podemos estudiar.	La identificación de agentes infecciosos desafió al paradigma de una salud metafísica derivada de la virtud. La nueva medicina, efectiva contra las enfermedades infecciosas, favoreció al éxito del imperialismo colonial.
EL CAMBIO CLIMÁTICO	Por mucho tiempo se ignoró las consecuencias globales de la industrialización. Hoy sabemos que el uso de la tecnología requiere responsabilidad ambiental.	Los intereses públicos y privados pueden confrontarse e influenciar en el desarrollo de temas científicos. Estamos pragmáticamente obligados a adoptar posiciones éticas en conjunto, como nación y como especie frente a los riesgos ambientales.

MALLA DE COMPRENSIONES O IDEAS CIENTÍFICAS FUNDAMENTALES

CÓMO LEER ESTE CUADRO:

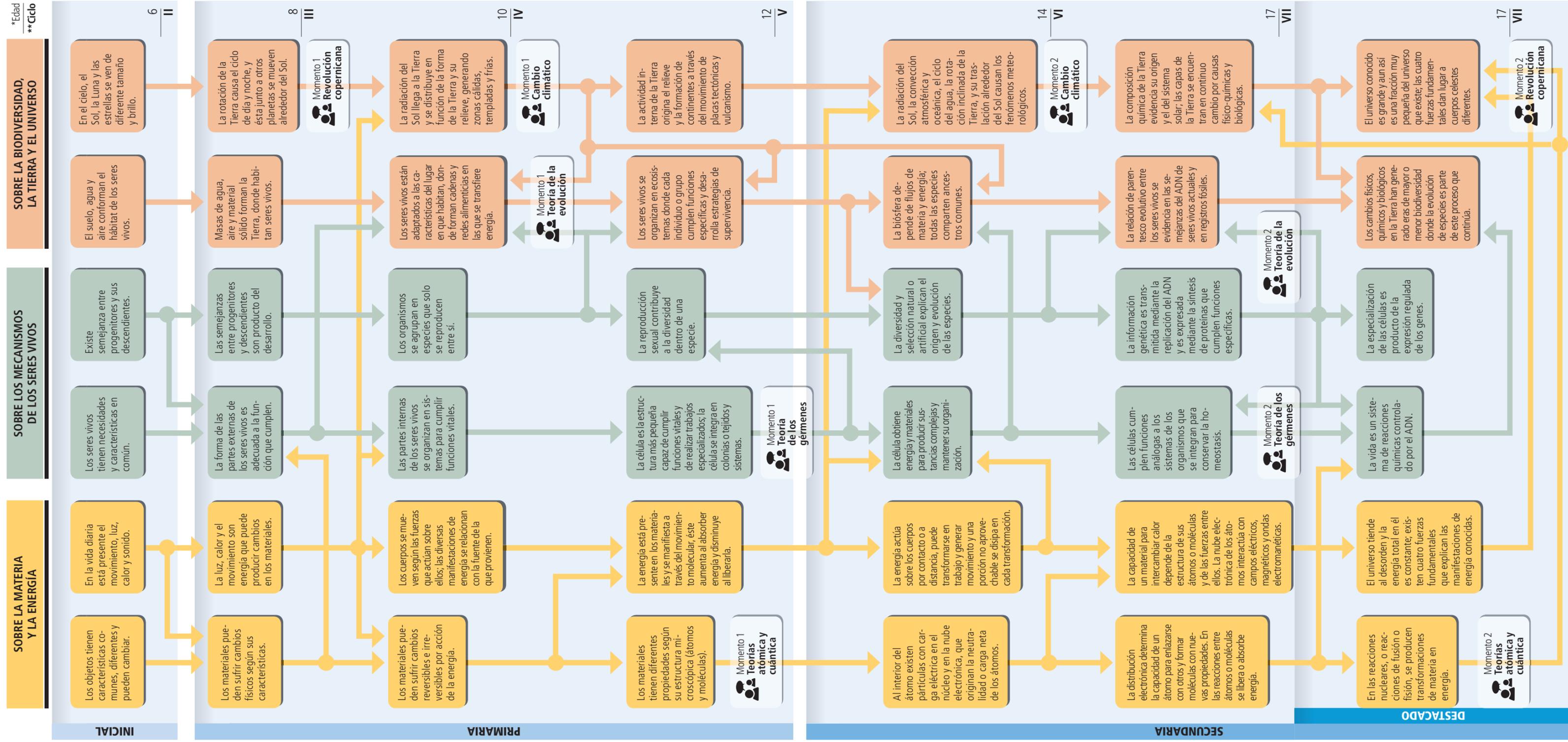
Comprensión científica



Indica una relación entre dos comprensiones, donde una se utiliza como principio para comprender otra.



Evento paradigmático



SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN LOS TALLERES GRÁFICOS DE

TAREA ASOCIACIÓN GRÁFICA EDUCATIVA

PASAJE MARÍA AUXILIADORA 156 - BREÑA

CORREO E.: tareagrafica@tareagrafica.com

PÁGINA WEB: www.tareagrafica.com

TELÉF. 332-3229 FAX: 424-1582

SEPTIEMBRE 2015 LIMA - PERÚ

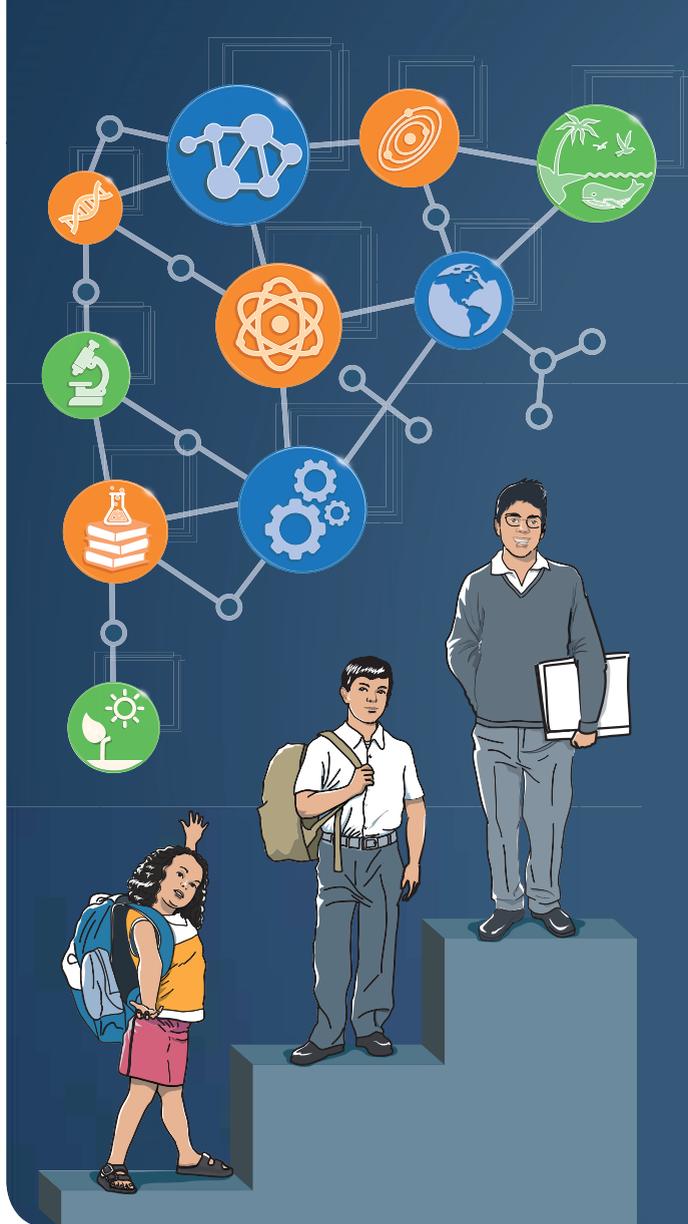
DIEZ GRANDES IDEAS CIENTÍFICAS

Malla de comprensiones y reflexiones

Comprensiones esenciales para una visión moderna de la ciencia y la naturaleza, y una propuesta de progresión para lograrlas en el aula.

Las diez ideas que sobre la naturaleza y su estudio se desarrollan en este compendio constituyen un conjunto indispensable de base para la aprehensión, por parte del estudiante, del entorno físico, biológico y cultural en que vive.

La elaboración y publicación de estas ideas en un texto de lenguaje llano están destinadas a los profesores de ciencias de las escuelas del Perú, a los estudiantes, a sus padres y, en general, a toda persona interesada en la formación de los jóvenes del país en la comprensión de su lugar en la sociedad, de su sociedad en el planeta que habitan y de su planeta en el universo. El propósito final de estas aproximaciones a la realidad es que los estudiantes se formen una percepción razonada de sí mismos y que - todo en uno - le sean valiosas para hacer el camino hacia su futura ciudadanía, dentro de la perspectiva de John Dewey para quien la educación no solo es formación para la vida sino la vida misma.



SERIE
ESTUDIOS Y EXPERIENCIAS



SINEACE

SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN,
ACREDITACIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE LA CALIDAD EDUCATIVA

ISBN: 978-612-46478-1-9



9 786124 647819