



COMPETENCIAS CIENTÍFICAS
¿Cómo abordar los estándares de aprendizaje de ciencias?

ipeba

INSTITUTO PERUANO DE EVALUACIÓN,
ACREDITACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA
CALIDAD DE LA EDUCACIÓN BÁSICA

SERIE: ESTUDIOS Y EXPERIENCIAS

***COMPETENCIAS CIENTÍFICAS
¿CÓMO ABORDAR LOS ESTÁNDARES
DE APRENDIZAJE DE CIENCIAS?***



INSTITUTO PERUANO DE EVALUACIÓN,
ACREDITACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA
CALIDAD DE LA EDUCACIÓN BÁSICA



INSTITUTO PERUANO DE EVALUACIÓN,
ACREDITACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA
CALIDAD DE LA EDUCACIÓN BÁSICA

Directorio

Peregrina Morgan Lora, Presidenta
Jorge Castro León
Liliana Miranda Molina
Angélica Montané Lores
Carlos Rainusso Yáñez

Coordinación Técnica

Verónica Alvarado Bonhote

Estudio encomendado a

Manuel Bello Domínguez

Programa de Estándares de Aprendizaje

Cecilia Zevallos Atoche, Coordinadora general de Estándares de Aprendizaje
Lilian Isidro Camac, Coordinadora de Elaboración de Estándares de Aprendizaje
Alfredo Altamirano Izquierdo, Coordinador de Capacitación y Validación

Área de Comunicaciones

Francisco Pérez García, Responsable
César Cárdenas Javier

Centro de Información y Referencia

César Arriaga Herrera, Responsable
Ana Ortega Rafael

Corrección de Estilo

Oriana Vidal De la Torre

Diseño de Carátula

Rubén Colonia Q.

Diagramación

Luis de la Lama / Renzo Espinel

Impresión

Punto y Grafía SAC

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2013-14513
ISBN N° 978-612-46406-5-0

Tiraje: 1000 ejemplares
Primera Edición
Lima, setiembre 2013

© Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa - SINEACE

Instituto Peruano de Evaluación, Acreditación y
Certificación de la Calidad de la Educación Básica (IPEBA)
Calle Ricardo Angulo 266, San Isidro, Lima 27, Perú.
Teléfonos: / (51-1) 223-2895, Fax: (51-1) 224-7123 anexo 112
E-mail: cir@ipeba.gob.pe / www.ipeba.gob.pe

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

ÍNDICE

Presentación	5
Introducción	7
Capítulo I. Los estándares en el aprendizaje de la ciencia: experiencia internacional	15
Cuadro 1:	17
Cuadro 2:	18
Cuadro 3:	32
Cuadro 4:	34
Cuadro 5: PISA 2009. Descripción de los niveles de desempeño en ciencias de estudiantes peruanos de 15 años	49
Cuadro 6: Niveles de desempeño de los estudiantes de sexto grado en ciencias	52
Capítulo II. Los dominios de ciencias en el Diseño Curricular Nacional	65
Cuadro 7: Clasificación de los contenidos procedimentales.....	68
Cuadro 8: Diferencia entre datos y conceptos como contenidos de aprendizaje.....	69
Cuadro 9:	70
Cuadro 10: Competencias del ciclo II. Área Ciencia y ambiente	71
Cuadro 11: Nivel de Educación Primaria. Competencias del área de Ciencia y ambiente.....	72
Cuadro 12: Nivel de Educación Secundaria. Competencias del área de Ciencia tecnología y ambiente	75
Cuadro 13: Nivel de Educación Secundaria. Conocimientos del área de ciencia, tecnología y ambiente	76
Capítulo III. Los estándares de aprendizaje para el Perú	79
Capítulo IV. Propuesta de dominios (competencias clave) para el área de ciencias en la EBR	83
Cuadro 14: Educación Inicial. Ciencia y ambiente.....	86
Cuadro 15: Educación Primaria. Ciencia y ambiente.....	86
Cuadro 16: Educación Secundaria. Ciencia, tecnología y ambiente.....	87
Cuadro 17: Educación Básica Regular. Saber ciencia.....	90
Cuadro 18: Educación Inicial. Ciencia y ambiente. Dominio: “Cuerpo humano y conservación de la salud”	97
Cuadro 19: Educación Inicial. Ciencia y ambiente. Dominio: “Seres vivos, mundo físico y conservación del ambiente”	97
Cuadro 20: Educación Primaria. Ciencia y ambiente. Dominio: “Cuerpo humano y conservación de la salud”	98

Cuadro 21: Educación Primaria. Ciencia y ambiente. Dominio: "Seres vivos y conservación del ambiente"	98
Cuadro 22: Educación Primaria. Ciencia y ambiente. Dominio: "Mundo físico y conservación del ambiente"	99
Cuadro 23: Educación Secundaria. Ciencia, tecnología y ambiente. Dominio: "Mundo físico, tecnología y ambiente".....	99
Cuadro 24: Educación Secundaria. Ciencia, tecnología y ambiente. Dominio: "Mundo vivo, tecnología y ambiente"	100
Cuadro 25: Educación Secundaria. Ciencia, tecnología y ambiente. Dominio: "Salud integral, tecnología y sociedad".....	100
Referencias Bibliográficas	101

PRESENTACIÓN

La educación es un pilar importante para el desarrollo de una sociedad. En el Perú, es sabido que aún queda mucho por avanzar no solo en el acceso a la misma sino también en la calidad del servicio que se brinda. Esta agenda pendiente se hace aún más urgente en tanto que el desarrollo económico que nuestro país ha venido experimentando requiere empezar a sentar las bases que aseguren su sostenibilidad a lo largo del tiempo. En ese sentido, es clave asegurar determinado nivel de formación de los ciudadanos en competencias fundamentales, como, por ejemplo, la competencia científica (OECD, 2009).

En el Perú, ciertamente, el desarrollo de las competencias científicas de las personas se ha visto seriamente relegado. No obstante, uno de los grandes retos que nos plantea la sociedad moderna, globalizada e industrializada, es la continua y eficiente creación y adaptación de medios para resolver los problemas más urgentes que tiene la humanidad para subsistir y desarrollarse. Este reto nos obliga, como país, a asegurar en los ciudadanos una adecuada formación científica que los empodere para intervenir en la producción y aplicación de este tipo de conocimientos, así como para usar y adaptar aplicaciones ya dadas.

En este contexto, el IPEBA (Instituto Peruano de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad de la Educación Básica), institución encargada de elaborar conjuntamente con el Ministerio los estándares de aprendizaje que deben alcanzar todos los estudiantes peruanos en la educación básica, ha asumido la tarea de delimitar metas comunes de aprendizaje referidas al desarrollo de las competencias científicas de todos los estudiantes. Esto complementará el trabajo similar que ya se ha realizado para las áreas de Comunicación y Matemática.

Para iniciar esta labor, el IPEBA realizó el presente estudio con el objetivo de revisar y analizar el estado actual de la cuestión en cuanto a qué se propone como aprendizajes esperados en Ciencias en distintas partes del mundo (incluido el Perú) a fin de brindar insumos para la elaboración de estándares de aprendizaje referidos a dicha competencia. Primero, el estudio presenta algunas de estas experiencias internacionales destacadas y luego las coteja con el caso peruano. Finalmente, hace una primera propuesta de ejes a partir de los cuales plantear los aprendizajes que los estudiantes peruanos deben alcanzar en Ciencias.

Esperamos que esta publicación contribuya a la reflexión, tanto en los espacios académicos como en cada institución educativa, sobre la educación científica que reciben los peruanos y, específicamente, sobre las metas que debe plantearse el Perú en cuanto al desarrollo de la competencia científica de sus estudiantes y cuál es la forma más conveniente de organizarlas.

Finalmente, el IPEBA reitera su compromiso con la educación peruana de seguir produciendo conocimiento e invitando a la reflexión sobre la principal razón de ser del sistema educativo: que los estudiantes aprendan cada vez más y con equidad.

Directorio de IPEBA

INTRODUCCIÓN

Tal como se plantea en el documento de IPEBA sobre *estándares de aprendizaje*, un propósito central de la definición de estándares y de la elaboración de *mapas de progreso* es responder al imperativo de “combatir el fracaso escolar –que no es el fracaso del estudiante sino del sistema educativo–”, considerado como “una catástrofe desoladora en el plano moral, humano y social” (Delors, 1996). El señalamiento de lo que todos y todas las estudiantes deben saber es indispensable para adoptar las políticas, medidas y estrategias que aseguren que, efectivamente, se produzcan los aprendizajes necesarios, sin exclusiones ni discriminaciones.

Los estándares del aprendizaje escolar, en el área de ciencias o en cualquier otra, deben permitir y facilitar el desarrollo de talentos individuales hasta niveles más avanzados o más complejos que los señalados en los documentos curriculares nacionales o internacionales. Pero su propósito y su foco de atención principal debe ser explicitar las competencias, los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores que la sociedad considera básicos para ejercer una ciudadanía libre y productiva, una competencia que todos y todas necesitan aprender y que el sistema escolar –en consecuencia– debe garantizar (no solo “ofrecer”) a todos los y las estudiantes, sin importar su condición social, cultural, étnica, su género o las diferencias en sus habilidades o capacidades. Así lo señala también Marticorena (2010):

La formación en ciencias naturales en los colegios no está destinada única ni principalmente a preparar a los jóvenes que más adelante se orientarán hacia carreras científicas y técnicas, sino a desarrollar su

sentido de pertenencia a la sociedad de la que son parte y al territorio en el que habitan. La enseñanza de las ciencias, entonces, está destinada principalmente a la formación de ciudadanos, a promover en todo su potencial el juicio crítico, la tolerancia ante nuevas ideas, la responsabilidad intelectual y social, la capacidad relacionadora de los hechos que rodean la vida del ser humano, el afecto por la naturaleza y la sociedad y el goce de la diversidad cultural y geográfica del Perú. (p. 17)

En ese mismo sentido, se pronuncian León-Velarde y Flores (2010):

La creencia de que la ciencia sólo es necesaria para los científicos o los ingenieros se encuentra desfasada en el mundo actual, que, como sabemos, se sostiene en la capacidad del ser humano, en el conocimiento [...] Una formación científica es fundamental para todos los alumnos, cualquiera sea su condición sociocultural, aptitud, interés y capacidad. Es necesario dotar a todos los niños de los conocimientos y las habilidades que forman lo que se denomina "aptitudes básicas en ciencias", es decir, de la capacidad de comprender el mundo que los rodea. Al ayudarlos a aprender a observar, obtener datos y sacar conclusiones, la ciencia contribuye a agudizar su capacidad de análisis ante las ideas y los hechos con los que se encuentran en el día a día. (p.35)

También concuerda con las anteriores opiniones otro especialista peruano, Daniel Quineche (2010), quien hace un deslinde aún más explícito entre las dos grandes tendencias en la enseñanza de la ciencia:

Respecto a la enseñanza de ciencias naturales en la educación básica, y teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, existen dos perspectivas o enfoques. La primera tiene una finalidad de preparación propedéutica, con énfasis en los conocimientos científicos y en la metodología científica. Prepara a los estudiantes para una carrera universitaria en el campo de la ciencia [...]

En la segunda perspectiva, por otra parte, la finalidad es la alfabetización científica y tecnológica para todos los futuros ciudadanos y ciudadanas. Esta es la orientación de las reformas educativas en el mundo desde la década de 1980, que parte de poner en cuestión la función exclusivamente propedéutica de la enseñanza de la ciencia en la educación básica. En este enfoque, además, se distinguen dos corrientes: una con énfasis en ciencia, tecnología y sociedad (CTS) y otra con énfasis en una ciencia para todos y todas [...]

La alfabetización científica significa que la gran mayoría de la población llega a disponer de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver problemas y necesidades básicos de salud y supervivencia, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió y Vilches, 1997). Lógicamente, la enseñanza de la ciencia deberá contribuir a la consecución de dichos objetivos, comprendiendo conocimientos, procedimientos y valores que permitan a los estudiantes tomar decisiones y percibir tanto la utilidad de las ciencias y sus aplicaciones en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, como las limitaciones y consecuencias negativas de su desarrollo. (pp. 86-87).

El enfoque adoptado en el presente documento concuerda con la opinión de los expertos mencionados. Se trata de ofrecer una educación científica pertinente para todos los y las estudiantes, que permita el desarrollo de conocimientos, capacidades y actitudes propias de la ciencia y de la actividad del científico, y que sean parte del perfil deseable de todo ciudadano en una sociedad democrática. Este perfil incluye habilidades de indagación y de experimentación que son esenciales para un aprendizaje activo, autónomo y permanente.

Por otro lado, es conveniente reiterar que la exigencia de calidad y equidad en los resultados del aprendizaje obliga al sistema escolar a proveer a los maestros de “especificaciones más claras y precisas sobre los logros que se consideran prioritarios y brindar a los estudiantes oportunidades más efectivas

y equitativas de aprendizaje, tratando de acercar el currículo ejecutado en las aulas al currículo enunciado” (Perú. IPEBA, 2011). Esa es la función principal de los estándares de aprendizaje y de los mapas de progreso; la única manera de evitar que estos se conviertan en un documento más y en una nueva promesa no cumplida es que el Estado se comprometa y asuma la responsabilidad de asegurar las condiciones para que los estándares sean efectivamente alcanzados por todos los y las estudiantes.

Cabe reiterar, en consecuencia, que los estándares y mapas de progreso deben ser nacionales, en tanto expresan el derecho común de todos los y las estudiantes a apropiarse del saber escolar básico. El Proyecto Educativo Nacional (PEN) propone construir estándares nacionales de manera concertada y señala que se debe buscar correspondencia con estándares internacionales. El PEN concibe los estándares como un complemento del marco curricular nacional compartido, que debe ser intercultural, inclusivo e integrador (Perú. IPEBA, 2011) y debe permitir tener currículos regionales.

Sin embargo, una vez reconocida la universalidad del derecho al saber científico escolar, es necesario pasar a prevenir sobre el carácter perfectible del conocimiento mismo, su vulnerabilidad frente a la influencia de la cultura, los afectos, la postura del grupo o de la sociedad sobre determinados temas. Ninguna teoría científica –de acuerdo al sociólogo francés Edgar Morín– está inmunizada contra el error:

Por eso la educación debe enseñarnos a criticar el propio conocimiento, en vez de aceptarlo ciegamente. La búsqueda de la verdad exige reflexión, crítica, estar alerta a los errores. La educación debe propiciar en los alumnos la capacidad de detectar y subsanar los errores e ilusiones del conocimiento, así como a convivir con sus ideas sin ser destruidos por ellas (Perú. IPEBA, 2011, resumen de la propuesta de Morín).

Por ello, desde el inicio de este informe, dedicado a proponer y fundamentar los dominios para la organización de mapas de progreso en el área de ciencias,

es necesario recalcar que el conocimiento acumulado es sólo una parte de la cultura científica y que las competencias generales a cargo de esta área curricular escolar incluyen la capacidad para pensar y actuar científicamente, dudar y criticar, problematizar, anticipar, analizar y contrastar, verificar y experimentar, elaborar y sistematizar, es tanto o más importante que el conocimiento y la evocación de datos, relaciones y teorías vigentes acerca de los temas y asuntos más significativos de la realidad. No es papel de los estándares de aprendizaje y mapas de progreso el consagrar o legitimar determinados conocimientos como si fueran definitivos e inmutables, lo que equivaldría a congelar el saber. La ciencia es descubrimiento, es duda, revisión y renovación continua, todo lo cual se basa en actitudes y valores.

Uno de los desafíos centrales de la escuela en el siglo XXI es la Educación para el Desarrollo Sostenible, que implica capacidad de discernimiento y de opción. Como dicen Cappe y Delforge (2010):

Las conductas que se nos solicita adoptar para el Desarrollo Sostenible no serán las mismas cuando tratamos estos temas con diferentes interlocutores. Así, un productor de semillas transgénicas y un científico anti OMG no nos darían las mismas recomendaciones sobre las conductas que debemos adoptar. Por ese motivo, en la Enseñanza para el Desarrollo Sostenible, es indispensable dar conocimientos y capacidades de razonamiento a los alumnos. (p. 51)

Los mismos autores señalan lo siguiente:

La Educación para el Desarrollo Sostenible da las claves para comprender y tomar decisiones correctas. ¿Cuáles son esas claves? En materia de educación eso es lo que llamamos las “competencias”, que son de tres tipos: el saber, el saber hacer y el saber ser. Los conocimientos (saber) permiten razonar, cuestionarse para elegir (saber hacer) y actuar de manera correcta (saber ser).[...]¹ Las ciencias naturales en la escuela constituyen una

1 UNESCO propone lo mismo y un cuarto tipo de saber: “saber convivir” (Delors, 1996).

entrada privilegiada para tratar sobre el pilar ambiental del Desarrollo Sostenible,² gracias a los conocimientos que provee para la comprensión de los fenómenos en juego pero también gracias a razones prácticas. En las ciencias naturales los conocimientos se construyen por la práctica de la investigación: los alumnos se sitúan como investigadores frente a una problemática: enuncian hipótesis y elaboran protocolos para verificar esas hipótesis. La observación, la experimentación, la investigación documental y la modelización son las cuatro maneras de investigar. Los resultados obtenidos son explotados y cada uno saca sus conclusiones que se constituyen en los conocimientos (pp. 53-54).

En otras palabras, lo que se espera de la educación científica es que provea conocimientos (saber ciencia), desarrolle habilidades prácticas de investigación o indagación (hacer ciencia), y forje los valores y actitudes propios de un comportamiento ético en la ciencia, y con respecto a la ciencia y sus efectos en la sociedad (ser *en* y *con* la ciencia). Ese será el marco conceptual de referencia para la revisión de experiencias y para las propuestas de este documento.

Los especialistas peruanos Jhoncon y Mayorga (2010) se pronuncian en el mismo sentido:

Mario Molina, Premio Nóbel de Química, asegura que la enseñanza de la ciencia desde edades tempranas y fundamentada en un método indagatorio y vivencial es esencial para desarrollar el sentido crítico de los niños. También destaca que hacer vivir la ciencia a los niños permitirá en corto plazo tener ciudadanos capaces de afrontar exitosamente los desafíos en las sociedades del siglo XXI (Johncon y Mayorga, 2010).

Los maestros peruanos también pensamos como Molina cuando él señala que los niños aprenden ciencia haciendo ciencia cuando se “despierta su curiosidad”. Los pequeños realizan experimentos trabajando en equipo y registrando sus hallazgos; la importancia que esto tiene es que tales experimentos no son sólo

2 Los otros dos pilares son el social y el económico (Cappe y Delforge, 2010, 52).

para que los niños aprendan ciencia o para aquellos que vayan a ser científicos, sino para que aprendan a pensar, razonar, sacar conclusiones lógicas (Molina 2009). (p. 75)

Por otro lado, la experiencia internacional –ya sea que emplee la denominación *metas de logro* o *estándares de aprendizaje*– identifica etapas o niveles del desarrollo del saber –organizados en algunos países como mapas de progreso– que describen la secuencia en la que comúnmente progresa el aprendizaje y que precisan los logros esperados para cada año o ciclo a lo largo de toda la educación escolar. Por ejemplo, en Chile, se optó por siete niveles comunes para todas las áreas curriculares, en tanto que en Inglaterra se cuenta con ocho descripciones de desempeños para cada dominio de cada asignatura;³ en este caso, los desempeños (metas de logro) articulan conocimientos, habilidades y comprensiones que incluyen los procesos cognitivos –dispuestos con una lógica de complejidad creciente– que corresponden al progreso típico del aprendizaje en ese dominio.

Tales descripciones de desempeños típicos por niveles de progreso se realizan a partir de los resultados de la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de los aspectos de cada dimensión del área de Ciencia (o cualquier otra) y consideran los consensos entre los docentes y especialistas sobre lo que se debe aprender en cada grado o en cada ciclo escolar.⁴ Una fuente complementaria para el diseño de la secuencia y la descripción de cada nivel es la psicología de las asignaturas, en particular, el estudio psicológico teórico acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. En ese sentido, cabe citar el análisis realizado en el Perú por González Moreyra (2005) desde la perspectiva de la psicología genética de Jean Piaget:

3 Además, se considera una novena descripción de desempeños excepcionales, más avanzados y complejos que los descritos en el octavo nivel.

4 En el Perú, es muy escasa la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. En la elaboración de los mapas de progreso, se tendrá que aprovechar el conocimiento existente en países similares, y apoyar las descripciones de desempeños progresivos típicos en los consensos que deberán resultar de la discusión entre docentes expertos y especialistas.

La inteligencia cognitiva procede de la acción sobre los objetos y no de la simple impresión sensorial de estos. El aprendizaje científico natural presupone pues dos instancias articuladas: la apertura del sujeto a la experiencia sensorial y la progresiva organización de esa experiencia ejecutada por las estructuras operatorias lógico-matemáticas del sujeto, expresadas en complejos sistemas de razonamiento deductivo y algorítmico. Pero entre la apertura sensorial y la aplicación operatoria existe genéticamente la acción sensorio-motriz y las interacciones grupales con los objetos, que son la condición indispensable para asumirlos cognitivamente y para construir las mismas operaciones. El conocimiento se origina en la acción. Identificada de esta manera la actividad cognitiva sobre los objetos naturales, debemos tener presente que el aspecto operatorio de ella implicará el surgimiento permanente de conocimientos que progresivamente avancen en organizaciones cada vez más complejas y sofisticadas; aunque parten de los datos sensoriales los trascienden al explicarlos, pero sin perder contacto con ellos. Es el nivel de la Ciencia Natural. (p. 140)

Este planteamiento teórico acerca del proceso cognitivo de construcción del conocimiento debe orientar tanto a la elaboración de los mapas de progreso –en lo que respecta al ordenamiento secuencial y progresivo de los contenidos– como a la selección de estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia.

CAPÍTULO I

LOS ESTÁNDARES EN EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA: EXPERIENCIA INTERNACIONAL

La alfabetización científica, según la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (Valverde y Näslund-Hadley, 2010), necesita “conocimientos y hábitos mentales” que permitan a los ciudadanos:

Encontrar el sentido de cómo funciona el mundo natural y el mundo diseñado por el hombre, para pensar de forma crítica e independiente, para reconocer y sopesar explicaciones alternativas sobre los eventos y reconocer y sopesar también las ventajas y desventajas de distintas opciones de diseño, tratar de manera inteligente los problemas que involucran la evidencia, números, patrones, argumentos lógicos y las incertidumbres. (p. 4)

Según Valverde y Näslund-Hadley (2010), “los currículos que conducen a la alfabetización científica integran contenido procedente de cinco disciplinas científicas principales –biología, química, física, geología y meteorología– en cualquier nivel” (p. 9). Pero también incluyen contenido que no corresponde a una disciplina científica individual, y que, no obstante, es importante para todas ellas; es el caso, por ejemplo, de la “Naturaleza de las ciencias” que alude

a valores y disposiciones inherentes al desarrollo del conocimiento científico en cualquier disciplina. Los autores también destacan las destrezas de indagación, entendidas no solo como una metodología para el aprendizaje de contenidos, sino como una dimensión más de metas o estándares a ser alcanzados por los estudiantes de acuerdo con su propia secuencia de progreso. Esas destrezas incluyen “capacidades para reconocer situaciones problemáticas, representarlas matemática o científicamente, recoger y analizar evidencias, y luego actuar o tomar una decisión”⁵. En otras palabras y usando los términos propuestos por UNESCO, la alfabetización científica comprende tres tipos de competencias: saber, ser y hacer.

La revisión de estándares de aprendizaje escolar de las ciencias en diez países,⁶ realizada por la organización Achieve de los Estados Unidos de América (Achieve, 2010), concluyó lo siguiente con respecto a las dimensiones que organizan los estándares:

- Todos los países ofrecen una enseñanza integrada de las ciencias (no separada por disciplinas) sobre la base de ideas unificadoras, al menos hasta los primeros grados de Secundaria. En siete de los diez países, la integración se mantiene hasta el décimo grado. En ese marco de integración, prevalecen los contenidos de la física (que incluyen también a la química) y la biología –o ciencias de la vida– y se otorga menor atención a las ciencias de la Tierra y el espacio. Dan poca atención a los conceptos de ingeniería.
- Se otorga mucha atención a contenidos transversales comunes a todas las ciencias, tales como la naturaleza de la ciencia; la naturaleza de la tecnología y la ingeniería; interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad; y sostenibilidad.

5 Los subrayados son del autor y destacan cómo los currículos de alfabetización científica aludidos incluyen conocimientos (saber), valores y actitudes (ser) y destrezas de indagación (hacer).

6 Los países examinados fueron: Canadá (Ontario), Taiwán, Inglaterra, Finlandia, Hong Kong, Hungría, Irlanda, Japón, Singapur, Corea del Sur.

- Se enfatiza el desarrollo de habilidades para la indagación –para hacer diseños de ingeniería y construir modelos– las cuales se hacen más avanzadas o complejas en Secundaria y facilitan la participación de los estudiantes en proyectos estructurados. El modelo de Canadá facilita la conexión entre realizar investigaciones en el mundo natural (estándares de indagación) y resolver problemas en el mundo diseñado (estándares de diseño), puesto que en ambos casos la progresión de desempeños desde novato hasta experto se estructura en cuatro áreas clave: inicio y planificación; ejecución y registro; análisis e interpretación; y comunicación.
- Al relacionar los contenidos con el desempeño, se explicita la demanda cognitiva esperada para cada nivel de exigencia; la descripción del desempeño permite, especialmente, demostrar qué tipo de habilidades de pensamiento de orden superior se está demandando. A continuación, se muestran los ejemplos de Singapur y de Canadá.

CUADRO 1

SINGAPUR					
Temas (Primaria)	Demanda cognitiva (conocer, aplicar, razonar)	Habilidades de indagación (básicas, avanzadas)	Temas (Secundaria)	Demanda cognitiva (conocer, aplicar, razonar)	Habilidades de indagación (básicas, avanzadas)
Diversidad			Diversidad		
Sistemas			Sistemas y modelos		
Energía			Energía		
Interacción			Interacción		
Ciclos			Medición		
			Ciencia y tecnología		

CUADRO 2

CANADÁ (Inicial hasta octavo grado)					
Temas	Demanda cognitiva			Habilidades de indagación	
	Conocer	Aplicar	Razonar	Básicas	Avanzadas
Materia					
Energía					
Sistemas e interacciones					
Estructura y función					
Sostenibilidad y gestión					
Cambio y continuidad					

Según el informe de Achieve, y como se puede ver en los casos de Singapur y Canadá, en los currículos de varios países la integración de contenidos de conocimiento se basa en “ideas unificadoras”, las que sustituyen la noción tradicional de tratamiento escolar del “saber propio de cada disciplina científica”. El DCN peruano, en cambio, agrupa los conocimientos de la ciencia en función de “organizadores” que aún corresponden a las disciplinas científicas principales: ciencias de la vida, ciencias físicas y de la Tierra. Esta estructura del DCN peruano, que se revisa con mayor amplitud más adelante, debe ser respetada para la elaboración de estándares y mapas de progreso, al menos mientras no se realice una reforma curricular de la educación básica peruana.

Un aspecto que conviene rescatar de los estándares de aprendizaje de varios países revisados por Achieve es el concepto de *demanda cognitiva*, que resulta de relacionar los contenidos con el desempeño, considerando el tipo de habilidades de pensamiento de orden superior que demanda el desempeño esperado en relación con el conocimiento (saber). Como se puede ver en los ejemplos presentados arriba, se consideran tres niveles de demanda cognitiva: conocer, aplicar y razonar. Este concepto puede ser muy útil como criterio para la secuenciación de los conocimientos en los mapas de progreso.

También cabe destacar que las habilidades de indagación (básicas y avanzadas) se articulan con las ideas unificadoras de los conocimientos, tal como se ilustra

en las tablas de doble entrada que muestran los ejemplos de Singapur y Canadá. Si bien su aprendizaje sigue una secuencia propia (“de novato hasta experto”, “básicas y avanzadas”) y en general comprenden cuatro áreas (inicio y planificación; ejecución y registro; análisis e interpretación; y comunicación) se definen y describen en relación con los contenidos específicos de las ideas unificadoras.

Por otro lado, **Colombia** parece ser uno de los pocos países que integra en un solo paquete de estándares las competencias de ciencias sociales y ciencias naturales, lo que articula estas dos áreas de ciencias y, por tanto, otorga relieve a lo que ellas tienen en común. El documento del Ministerio de Educación Nacional señala que uno de los grandes desafíos de las ciencias sociales y las ciencias naturales es contextualizar y totalizar, hacer abordajes más transversales, multidimensionales y desde la perspectiva de diversas disciplinas. De ello concluye que “si se espera desarrollar la capacidad de contextualizar e integrar, resulta un contrasentido separar y aislar los saberes, máxime si se tiene en consideración que no es el papel de la institución escolar proporcionar una formación disciplinar”. Asimismo, se argumenta en el documento que “pese a tener objetos de estudio diferentes, las ciencias comparten los procesos de indagación que conducen a su desarrollo y las competencias necesarias para realizarlos” (Colombia. Ministerio de Educación Nacional, 2006).

Según el documento colombiano, la formación en ciencias naturales debe orientarse a la apropiación de unos conceptos clave que se aproximan de manera explicativa a los procesos de la naturaleza (saber), así como a una manera de proceder en su relación con el entorno marcada por la observación rigurosa (hacer), la sistematicidad de sus acciones, y la argumentación franca y honesta (ser). De acuerdo con ello, las grandes metas de la formación escolar en ciencias son estas:

- Favorecer el desarrollo del pensamiento científico (capacidad de pensar analítica y críticamente)
- Desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo
- Desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia (responsabilidad social)

- Aportar a la formación de hombres y mujeres activos en una sociedad (respeto a la condición humana y la naturaleza, pleno ejercicio de la ciudadanía, democracia)

En síntesis, se trata de “una formación en la cual, si bien los contenidos conceptuales son importantes, también lo son las maneras de proceder de los científicos, es decir, todas aquellas acciones que se realizan en un proceso de indagación” (Colombia. Ministerio de Educación Nacional, 2006). A ellos se agregan el compromiso social y personal. En consecuencia, el documento de Colombia destaca que la evaluación debe contemplar no solamente el dominio de conceptos, sino el establecimiento de relaciones y dependencias entre los diversos conceptos de varias disciplinas, así como las formas de proceder científicamente y los compromisos personales y sociales que asumen. En otras palabras y considerando la noción de competencia tomada de UNESCO, se trata de saber ciencia, hacer ciencia, y ser en la ciencia y con la ciencia. Desde el punto de vista de la definición que IPEBA asume para los mapas de progreso peruanos, las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en Colombia se integran en un “dominio” único.

En Colombia, los estándares de competencias en ciencias se definen como acciones concretas de pensamiento y de producción que se organizan por grupos de grados o ciclos, en una secuencia de complejidad creciente, en función de tres ejes articuladores (o “dimensiones”):

- Manera de acercarse al conocimiento como científico(a) (hacer ciencia)
- Manejo de los conocimientos propios, bien sea de ciencias naturales o ciencias sociales o conocimientos interdisciplinarios (saber ciencia). En el caso de las ciencias naturales, se consideran las siguientes subdivisiones:
 - Entorno vivo (en los grados 10° y 11° se refiere a procesos biológicos)
 - Entorno físico (en los grados 10° y 11° se subdivide en procesos químicos y procesos físicos)
 - Relación ciencia, tecnología y sociedad
- Desarrollo de compromisos personales y sociales (ser en y con la ciencia)

Cabe destacar que, en el documento colombiano, el eje de “manejo de conocimientos” se asocia al desarrollo del pensamiento científico (capacidad de pensar analítica y críticamente), el que se concibe no solamente como el dominio de conceptos, sino el establecimiento de relaciones y dependencias entre los diversos conceptos de varias disciplinas. Tal conceptualización del conocimiento guarda similitud con la del informe de Achieve mencionado antes, que se refiere a los procesos de conocer, aplicar y razonar como niveles de demanda cognitiva. Estas consideraciones deben estar presentes al definir los criterios de secuenciación de los conocimientos (saber) en los mapas de progreso peruanos.

La Educación Parvularia chilena también mantiene la integración de las ciencias sociales y las ciencias naturales en un “ámbito de experiencias para el aprendizaje” denominado “Relación con el medio natural y social”, que comprende los siguientes núcleos de aprendizaje (Chile. Ministerio de Educación de Chile, 2005):

- Seres vivos y su entorno
- Grupos humanos, sus formas de vida y acontecimientos relevantes
- Relaciones lógico-matemáticas y cuantificación

El primero y el tercero de esos núcleos incluyen contenidos que corresponden al área de las ciencias naturales. El núcleo **Seres vivos y su entorno** alude a los aprendizajes relacionados con el descubrimiento, conocimiento y comprensión del mundo animal, vegetal y mineral; los procesos de cambio que viven en su desarrollo y crecimiento; y las relaciones dinámicas que establecen con los elementos y fenómenos que conforman su entorno. El núcleo **Relaciones lógico-matemáticas y cuantificación** organiza los aprendizajes esperados que potencian el desarrollo del pensamiento lógico-matemático, lo que favorece el desarrollo en los niños de las nociones de tiempo, espacio y causalidad, la cuantificación y resolución de problemas. De otro lado, el núcleo **Grupos humanos, sus formas de vida y acontecimientos relevantes** incluye lo referente al reconocimiento y apropiación de la tecnología, como parte del mapa de progreso “Conocimiento del entorno social”.

Los “aprendizajes esperados” de cada núcleo abarcan conocimientos, actitudes y habilidades, e incluyen desempeños tales como descubrir y comprender, relacionar, indagar y explorar, además de actitudes como curiosidad, respeto e interés por aprender permanentemente. Todo ello permite ampliar los conocimientos, además de establecer relaciones dinámicas con el entorno a través de distintas técnicas e instrumentos.

En el marco curricular de la Educación Básica y Media de Chile (Chile. Ministerio de Educación, 2009), a diferencia de la Educación Parvularia, los objetivos y contenidos apuntan al desarrollo de *competencias*, entendidas como “sistemas de acción complejos que interrelacionan habilidades prácticas y cognitivas, conocimiento, motivación, orientaciones valóricas, actitudes, emociones que en conjunto se movilizan para realizar una acción efectiva. Las competencias se desarrollan a lo largo de la vida, a través de la acción e interacción en contextos educativos formales e informales” (p. 17). El texto chileno menciona como referencia a la definición propuesta por el proyecto DESECO de la OECD, publicada en 2002.

En el ajuste curricular de 2009 en Chile, se eliminó la integración de ciencias sociales y naturales en una sola asignatura, que se mantenía para el primer ciclo básico desde la reforma de los años noventa. Con el ajuste, Ciencias Naturales pasó a ser un sector de aprendizaje obligatorio y separado de Ciencias Sociales, desde el inicio y para los ocho años de la Educación Básica. En el nuevo currículo, en los primeros dos años de la Educación Media se considera de manera separada a las disciplinas (Biología, Química, Física y Educación tecnológica), en tanto que en el tercero y cuarto los sectores obligatorios (disciplinas) varían según la modalidad (Chile. Ministerio de Educación. Unidad de Currículum y Evaluación, 2009a).

El marco curricular reajustado del sector de ciencias naturales en ese país se fundamenta en la alfabetización científica –en concordancia con el enfoque de la OECD (PISA)– y en el enfoque de Ciencia, tecnología y sociedad, que promueve la participación ciudadana en los procesos democráticos y de resolución de problemas de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Según el documento mencionado de la Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación chileno (2009a), estos enfoques y el conocimiento acumulado acerca de

cómo los y las estudiantes aprenden ciencias en la escuela implican desafíos de transposición didáctica; esto es, el paso del “saber-sabio” al “saber enseñado”, utilizando como intermedio el “saber a ser enseñado”, en el sentido expuesto por Chevallard en 1991.⁷ El “saber a ser enseñado”, contenido en el currículo, equivale a la también llamada “ciencia escolar”.

En Chile, la selección curricular no se limita a conceptos y principios (saber), sino que se extiende a los modos de proceder de la ciencia (hacer), con el fin de que alumnos y alumnas desarrollen las habilidades de pensamiento propias del quehacer de la ciencia y la comprensión de esta como una actividad humana no ajena a su contexto sociohistórico (ser).

El currículo actual de Ciencias Naturales en ese país se organiza en torno a seis ejes, que responden principalmente a las disciplinas científicas (cinco de ellos) y no a “ideas unificadoras” como las que se encontró en el estudio de Achieve antes mencionado. Los ejes son los siguientes:

- Estructura y función de los seres vivos
- Organismos, ambiente y sus interacciones⁸
- Materia y sus transformaciones⁹
- Fuerza y movimiento¹⁰
- La Tierra y el universo¹¹
- Habilidades de pensamiento científico¹²

7 Objeto de saber → Objeto a enseñar → Objeto de enseñanza (Chevallard, 1991)

8 Los dos primeros ejes pertenecen al mundo biológico.

9 Este eje se refiere a los conocimientos del mundo químico con elementos del mundo físico: las transformaciones son posibles mediante la participación directa de la energía.

10 Este eje (física) se ocupa de los movimientos desde una mirada cualitativa y cuantitativa, los efectos de las fuerzas y los principios y leyes relacionados con ellas.

11 Este eje considera la Tierra en sus aspectos estructurales (interior, superficie, atmósfera), en su dinamismo (placas tectónicas, actividad sísmica) y como planeta desde el punto de vista astronómico (movimientos, teorías sobre su origen y evolución). También toma en cuenta las estructuras astronómicas mayores (sistema solar, galaxias, las estrellas, el universo).

12 Estas habilidades incluyen la formulación de preguntas, la observación, la descripción y registro de datos, el ordenamiento e interpretación de información, la elaboración y el análisis

El Ministerio de Educación de Chile ha desarrollado mapas de progreso correspondientes a los primeros cinco ejes (temáticos) del marco curricular. El eje de habilidades de pensamiento científico es considerado transversal y está presente en los cinco mapas de progreso; este comprende tanto habilidades de indagación como procesos cognitivos de complejidad diversa, así como aspectos éticos y actitudinales en relación con la ciencia y sus aplicaciones: “Se espera que alumnos y alumnas desarrollen sus habilidades de razonamiento y saber-hacer, no en el vacío ni respecto de cualquier contenido, sino íntimamente conectadas a los contenidos propios de los ejes temáticos de cada uno de los niveles” (2009) (p. 245).

Conviene ampliar el análisis del eje de habilidades de pensamiento científico del currículo chileno, ya que presenta características que diferencian este currículo de los otros revisados. Como se ha dicho, se trata de un concepto que incluye las habilidades de indagación consideradas en otros países, pero al mismo tiempo abarca otros aspectos cognitivos y actitudinales del aprendizaje de la ciencia. Al ser un eje transversal en los mapas de progreso temáticos, favorece una definición de estándares de desempeño que superan el concepto tradicional y restringido del conocimiento de cada disciplina.

Los mapas de progreso, definidos a partir de ejes o dominios temáticos, describen el crecimiento de las competencias consideradas fundamentales, las cuales articulan los conocimientos de cada eje temático con “las habilidades cognitivas y procedimientos que posibilitan integrar y movilizar recursos, y las actitudes personales y éticas que orientan una acción responsable consigo mismo y los demás. Además, [...] el currículum prioriza la comprensión profunda, el aprendizaje activo, las relaciones entre saberes y la movilización integrada de conocimientos, habilidades y actitudes, en diversos contextos, preferentemente auténticos o reales” (Chile. Ministerio de Educación. Unidad de Currículum y Evaluación, 2009a, 10).

de hipótesis, procedimientos y explicaciones, la argumentación y el debate en torno a controversias y problemas de interés público, y la discusión y evaluación de implicancias éticas o ambientales relacionadas con la ciencia y la tecnología.

A la vez, el eje de desarrollo del pensamiento científico:

Se refiere a las habilidades de razonamiento y saber-hacer involucradas en la búsqueda de respuestas acerca del mundo natural, basadas en evidencia. Estas habilidades incluyen la formulación de preguntas, la observación, la descripción y registro de datos, el ordenamiento e interpretación de información, la elaboración y el análisis de hipótesis, procedimientos y explicaciones, la argumentación y el debate en torno a controversias y problemas de interés público, y la discusión y evaluación de implicancias éticas o ambientales relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Desde la perspectiva que orienta esta construcción curricular, estas habilidades deben desarrollarse a través de la exposición de alumnos y alumnas a una práctica pedagógica activa y deliberativa, que los estimule a razonar y reflexionar sobre lo que observan y conocen. Esta práctica pedagógica implica desarrollar experimentos, como ha sido tradicional en la enseñanza de las ciencias, pero también familiarizar a los y las estudiantes con el trabajo analítico no experimental y la reconstrucción histórica de conceptos. Por ello, la implementación de este currículo no exige una práctica de laboratorio convencional; mucho más importante que ella es estimular a los estudiantes a observar en su entorno, formularse preguntas e hipótesis, razonar críticamente en torno a datos y evidencias y conocer y evaluar las investigaciones que otros han llevado a cabo. En esta perspectiva el planteamiento y resolución de problemas es primordial, ya que permiten fomentar el interés de alumnos y alumnas y motivarlos a examinar de manera profunda los conceptos y habilidades científicas que se quieren desarrollar a partir de situaciones de la vida diaria, dando mayor sentido al trabajo que realizan. Los problemas o las situaciones deben llevar a los estudiantes a tomar decisiones o hacer juicios basados en hechos, información sistemática y fundamentada y a justificar sus decisiones y razonamientos. (Chile. Ministerio de Educación 2009, 245).

El propósito –según se expone en el texto citado– es que los estudiantes desarrollen una orientación hacia la reflexión científica, la metacognición y el des-

pliegue de actitudes valoradas en el quehacer científico, tales como: cuidado y seguridad en el trabajo experimental, el trabajo colaborativo, el rigor intelectual, la honestidad en la ejecución de una investigación, la preocupación por las implicancias sociales y ambientales de la ciencia, veracidad y criticidad, aceptación de consejos y críticas, respeto y cuidado del entorno natural, entre otras. Se espera que los alumnos y alumnas desarrollen estas actitudes en forma integrada con los contenidos propios de los ejes temáticos de cada uno de los niveles.

Así pues, el eje denominado “habilidades de pensamiento científico” abarca un conjunto muy amplio y diverso de aspectos que incluyen distintos procesos cognitivos propios del saber, relacionados con tipos de conocimientos (datos, conceptos, relaciones, teorías, principios) y con varios niveles de demanda cognitiva (conocer, aplicar, razonar), junto con habilidades y actitudes implicadas en la indagación, en la investigación, la comunicación y la toma de decisiones. Tal complejidad podría ser una debilidad cuando se trata de elaborar y aplicar mapas de progreso en la Educación Básica peruana, donde hace falta que algunos de esos aspectos sean presentados y destacados de manera singular para que no se diluyan o desaparezcan en el momento de la práctica de la enseñanza y de la evaluación.

Finalmente, cabe destacar que la lógica del ordenamiento global de la secuencia curricular en los mapas de progreso chilenos parte de lo más concreto y cercano a la experiencia vital de los estudiantes, con una aproximación eminentemente fenomenológica, para luego ir adentrándose –a través de teorías, conceptos y abstracciones– a los fenómenos que no son directamente observables y a procesos complejos.

Por otra parte, en el nuevo currículum de ciencias de Australia se propone que los estudiantes desarrollen (Australia. ACARA, 2010a):

- Interés en la ciencia como medio para ampliar su curiosidad y deseo de explorar, formular preguntas y especular acerca del mundo cambiante en el que viven (ser en la ciencia).

- Una comprensión de la visión que la ciencia provee acerca de la naturaleza de los seres vivos, de la Tierra y su lugar en el cosmos, de los procesos físicos y químicos que explican el comportamiento de todas las cosas materiales (saber ciencia).
- Comprensión de la naturaleza de la indagación científica y la habilidad de usar una diversidad de métodos para ello, ~~incluyéndolo~~ que incluye preguntar; planificar y realizar experimentos e investigaciones basadas en principios éticos; recoger y analizar datos; evaluar resultados; y formular conclusiones críticas basadas en evidencias (hacer ciencia).
- Habilidad para comunicar hallazgos y comprensiones científicas a una variedad de audiencias, justificar ideas en base a evidencias, evaluar y debatir argumentos y afirmaciones científicas (hacer ciencia).
- Habilidad para resolver problemas y tomar decisiones informadas y basadas en evidencias con respecto a aplicaciones actuales y futuras de las ciencias, tomando en cuenta las implicancias éticas y sociales de las decisiones (ser con o hacia la ciencia).
- Comprensión de las contribuciones históricas y culturales a la ciencia, tanto como de los temas y actividades principales de la ciencia contemporánea y la diversidad de profesiones relacionadas con la ciencia (saber ciencia).
- Una sólida base de conocimientos acerca de las ciencias biológicas, químicas, físicas, de la Tierra y el espacio, incluyendo la capacidad para seleccionar e integrar los conocimientos y métodos requeridos para explicar y predecir fenómenos, aplicar esa comprensión a nuevas situaciones y eventos, y valorar la naturaleza dinámica del conocimiento científico (saber ciencia).

Con esos propósitos, el nuevo currículo de ciencias de Australia comprende seis ejes temáticos que representan aspectos clave de la visión científica del mundo y unen el conocimiento y la comprensión, cruzando las disciplinas científicas (Australia. ACARA, 2010d), como en el caso de los países incluidos en el informe de Achieve mencionado antes:

- Patrones, orden y organización: clasificación, patrones de similitud y diferencia, identificación de relaciones, incluyendo las de causa y efecto; escalas de espacio y tiempo.
- Forma y función: relaciones entre ambas en objetos y en organismos.
- Estabilidad y cambio: las propiedades de objetos y las relaciones entre organismos, cómo permanecen constantes o cambian en distintas circunstancias. El cambio se puede cuantificar y representar y analizar mediante tablas y gráficos.
- Escalas y medición: desde escalas de la vida cotidiana y comparaciones simples (mayor, menor) y mediciones informales hasta escalas macro y micro que escapan de la experiencia sensorial directa y el uso de unidades formales de medición.
- Materia y energía: su rol en los cambios de los objetos y los seres vivos. Las nociones de partículas, fuerzas y transferencias de energía y transformación.
- Sistemas: están presentes en el pensamiento, el modelado y el análisis para comprender, explicar y predecir eventos y fenómenos. Relaciones de interdependencia entre componentes de sistemas vivos e inertes, simples y complejos. Sistemas y subsistemas, fronteras, *inputs* y *outputs*.

En el nuevo currículo nacional australiano, se describe un estándar de logro (*achievement standard*)¹³ en ciencias naturales para cada año de estudios, desde el grado "K" (*Foundation*) hasta el grado décimo. El estándar es el integrador de elementos de los seis ejes temáticos mencionados con las tres áreas del marco curricular: Comprensión de la ciencia, Ciencia como emprendimiento humano y Habilidades de indagación científica. La descripción del estándar se desgrega en una tabla de doble entrada que considera de un lado las tres áreas y del otro lado los ejes mencionados arriba. Si se aplican los conceptos de IPEBA sobre estándares y mapas de progreso (ver más adelante), se podría decir que

13 Los estándares describen la calidad del aprendizaje (profundidad de la comprensión, amplitud del conocimiento y grado de sofisticación de la habilidad) que se espera de los estudiantes en determinado punto o momento de su escolaridad. Se complementan con muestras seleccionadas del trabajo típico de los estudiantes en cada nivel anual.

en este caso habría un solo mapa de progreso para la asignatura de Ciencias Naturales, en el que el dominio es la asignatura misma y sus dimensiones son los seis ejes temáticos, concebidos como “ideas unificadoras” de los tres ramales mencionados en este párrafo.

En conjunto, las tres áreas (o “ramales”) proporcionan a los estudiantes comprensión, conocimientos y habilidades, con los cuales pueden desarrollar una visión científica del mundo. Esas áreas son descritas en los términos siguientes (Australia. ACARA, 2010b):

- La **Comprensión de la ciencia** se hace evidente cuando una persona logra integrar adecuadamente el conocimiento científico para explicar o predecir un fenómeno, y aplica ese conocimiento a nuevas situaciones. El conocimiento científico comprende datos, conceptos, principios, leyes, teorías y modelos que han sido establecidos por los científicos a lo largo del tiempo. Este ramal abarca cuatro subdivisiones:
 - Ciencias biológicas
 - Ciencias químicas
 - Ciencias de la Tierra y el espacio
 - Ciencias físicas

Los contenidos específicos son descritos para cada año de estudios.

- El ramal de **Ciencia como emprendimiento humano** alude a la construcción de explicaciones basadas en evidencias entendida como un proceso continuo de descubrimientos y cambios en el conocimiento a medida que se dispone de nuevas evidencias. La ciencia influye en la sociedad cuando responde a preguntas sociales y éticas, y a la vez es influenciada por las necesidades y prioridades de la sociedad. En este ramal se destaca el desarrollo de la ciencia como un modo particular de conocer y hacer, así como el rol de la ciencia en la solución de problemas y la toma de decisiones en la vida contemporánea. También reconoce que la ciencia

avanza gracias a las contribuciones de muchas personas de diferentes culturas y que existen muchas carreras profesionales gratificantes basadas en las ciencias. Este ramal comprende dos subdivisiones: naturaleza y desarrollo de la ciencia; y aplicaciones e influencia de la ciencia. Los contenidos específicos son descritos para ciclos de dos años de estudios.

- El ramal de **Habilidades de indagación científica** involucra la identificación y formulación de preguntas; la planificación, realización y reflexión sobre investigaciones; el procesamiento, análisis e interpretación de evidencias; y la comunicación de hallazgos. Este ramal considera la evaluación de afirmaciones, la verificación de ideas, la solución de problemas, la formulación de conclusiones válidas y el desarrollo de argumentos basados en evidencias. Las investigaciones pueden involucrar una diversidad de actividades, como ensayos experimentales, trabajo de campo, búsqueda y uso de fuentes de información, realización de estudios, aplicación del modelado y las simulaciones; la elección del enfoque dependerá del contexto y el objeto de la investigación. La colección y el análisis de los datos se puede hacer mediante tablas, gráficos, flujogramas, diagramas, textos, esquemas, hojas de cálculo o bases de datos. Este ramal comprende cinco subdivisiones:

- preguntar y predecir (hipótesis);
- planear y conducir;
- procesar y analizar datos e información;
- evaluar; y
- comunicar.

Los contenidos específicos son descritos para ciclos de dos años.

En la práctica científica, los tres ramales descritos están estrechamente integrados y la ciencia escolar debe reflejar esta visión multifacética. Para eso, los tres ramales del currículo de ciencias deben ser enseñados de una manera integrada; en el currículum australiano de ciencias, los contenidos han sido elegidos y ordenados de manera que esa integración sea posible.

En el nuevo currículo australiano, se combina la noción de ideas unificadoras transversales, comunes a todas las disciplinas –como las que se describen en el informe de Achieve mencionado antes– con la existencia de un área o ramal de Comprensión de la ciencia que se subdivide siguiendo las disciplinas científicas: ciencias biológicas, químicas, de la Tierra y el espacio, y físicas. La denominación Comprensión de la ciencia es atractiva porque alude al “saber” entendido como desempeño del estudiante y no como contenidos congelados de las disciplinas. En esta línea, se describe la “comprensión” como ‘explicar o predecir un fenómeno y aplicar ese conocimiento a nuevas situaciones’. Este concepto es similar al de “manejo del conocimiento” del currículo colombiano y converge con la noción de “demanda cognitiva” (conocer, aplicar, razonar) del informe de Achieve.

En el área o ramal de “Ciencia como emprendimiento humano, se considera la perspectiva histórica sobre la ciencia y las diversas contribuciones a su desarrollo. Por otro lado, también se abordan las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, lo que incluye el tratamiento de las contribuciones y los principales problemas generados por la ciencia y la tecnología en la sociedad, con las consideraciones éticas correspondientes. Sin embargo, el documento no desarrolla explícitamente los aspectos actitudinales y de valores, como sí sucede en los estándares de otros países y en mapas de progreso anteriores del mismo país, como es el caso de Australia Occidental.¹⁴ Se podría decir que –en los términos tomados de UNESCO– en este ramal hay mucho de “saber” y poco de “ser”.

Por el contrario, en el nuevo currículo nacional de Australia se otorga gran importancia a las habilidades de indagación, que conforman una de las tres áreas o ramales principales. Las dimensiones específicas se organizan en cinco subáreas que corresponden a etapas o momentos de la investigación científica (hacer) y son seleccionadas de manera que se puedan articular con los contenidos de los otros dos ramales y de los ejes temáticos transversales.

14 Cabe destacar que en el mapa de progreso de ciencias de Australia Occidental (Australia. Curriculum Council, 2005) se incluye una dimensión independiente con el título Actuando Responsablemente (*Acting Responsibly*).

CUADRO 3

NUEVO CURRÍCULO DE AUSTRALIA CIENCIA Grado: x			
Descripción del Estándar de Logro: "....."			
Ejes temáticos transversales	Comprensión de la ciencia	Ciencia como emprendimiento humano	Habilidades de indagación científica
Patrones, orden, organización			
Forma y función			
Estabilidad y cambio			
Escalas y medición			
Materia y energía			
Sistemas			

Los estándares de logro de todo el currículum australiano son definidos en los términos siguientes:

- Estándares de logro que describen la calidad del aprendizaje (profundidad de la comprensión, amplitud del conocimiento y grado de sofisticación de la habilidad) que se espera de los estudiantes en determinado punto o momento de su escolaridad.
- Muestras seleccionadas del trabajo de los estudiantes que ilustran como ejemplos el estándar de logro en cada nivel anual.

Aunque el currículum describe los logros y contenidos para cada año, en otro documento se provee a los docentes orientación sobre las características de los estudiantes y aspectos relevantes del currículum, organizados en cuatro etapas de la escolaridad (Australia. ACARA, 2010c):

Inicial – Año 2

- Típicamente estudiantes de cinco a ocho años de edad.
- Foco curricular: conciencia de sí mismo y del mundo local.

Años 3 – 6

- Típicamente estudiantes de ocho a doce años de edad.
- Foco curricular: reconocer preguntas que pueden ser investigadas científicamente e investigarlas.

Años 7 – 10

- Típicamente estudiantes de doce a quince años de edad.
- Foco curricular: explicar fenómenos que involucran a la ciencia y sus aplicaciones.

Años superiores de Secundaria

- Típicamente estudiantes de quince a dieciocho años.
- Foco curricular: las disciplinas científicas (Física, Química, Biología, Ciencias de la Tierra y el ambiente).

Finalmente, es de destacar que el nuevo currículo australiano incluye orientaciones y recursos para adaptar su aplicación a la diversidad de los estudiantes tomando en cuenta necesidades educativas especiales y características culturales distintas, como es el caso frecuente de estudiantes cuya lengua materna no es el inglés.

En el currículo de **Inglaterra** (Inglaterra. DEE, y QCA., 2004), las asignaturas se organizan por dominios, los que a su vez se desagregan en aspectos, que son habilidades y conocimientos más específicos. Para cada dominio se definen metas de logro o estándares de aprendizaje, que son descripciones de desempeños (los conocimientos, las habilidades y las comprensiones forman un todo, que incluye los procesos cognitivos) en ocho niveles de dificultad creciente, que corresponden al progreso típico del aprendizaje en ese dominio. Además, se considera una descripción de desempeños excepcionales, por arriba del nivel 8. Los niveles establecen la ruta de progreso del aprendizaje en un dominio específico a lo largo de toda la educación escolar.

El currículo, en general, reconoce cuatro “etapas clave” o ciclos, que corresponden a períodos de edades de los estudiantes, como se muestra en la tabla siguiente:

CUADRO 4

Etapas clave, edades y niveles

Etapa clave	Edad	Niveles	Nivel esperado
EC 1	5 a 7	1 al 3	2
EC 2	7 a 11	2 al 5	4
EC 3	11 a 14	3 al 7	5
EC 4	14 a 16	5 al 8	“GCSE”

En el caso particular de la asignatura de ciencias, en las etapas clave 1, 2 y 3, se consideran los siguientes cuatro dominios y aspectos específicos. Cada uno de ellos da lugar a un mapa de progreso:

- Indagación científica:
 - Ideas y evidencias en ciencias
 - Habilidades de investigación (Planificar, obtener y presentar evidencias; analizar evidencias y evaluar)
- La vida (procesos) y seres vivos:
 - Los procesos de la vida
 - Células y funciones de las células
 - Seres humanos y otros animales
 - Plantas verdes
 - Variación y clasificación y herencia
 - Seres vivos en su ambiente
- Los materiales y sus propiedades:
 - Agrupando materiales
 - Cambiando materiales
 - Separando mezclas de materiales
 - Patrones de comportamiento
- Procesos físicos:
 - Electricidad y magnetismo
 - Fuerzas y movimiento

- Luz y sonido
- La Tierra y más allá
- Recursos energéticos y transferencia de energía

En la etapa clave 4, el programa de estudios incluye el siguiente dominio, con sus respectivos aspectos:

- Cómo trabaja la ciencia:
 - Datos, evidencias, teorías y explicaciones
 - Habilidades prácticas y de indagación
 - Habilidades de comunicación
 - Aplicaciones e implicaciones de la ciencia

En esta etapa el programa de estudios abarca un rango balanceado de conceptos científicos que provienen de las principales disciplinas científicas, que proveen el marco y los contenidos para la enseñanza de conocimientos, habilidades y comprensión. Estos sustituyen a los tres dominios de conocimientos incluidos en las etapas anteriores. Cada enunciado resume un concepto clave que sirve de fundamento para una diversidad de oportunidades de aprendizaje:

- Organismos y salud
- Comportamiento químico y de los materiales
- Energía, electricidad y radiaciones
- Ambiente, la Tierra y el universo

En consecuencia, en la etapa clave 4, se consideran en total cinco dominios y este mismo número de mapas de progreso.

En comparación con los anteriores, el currículo de ciencia de Inglaterra es similar al de Chile en cuanto a los dominios considerados (uno por cada área temática o disciplinar), salvo que en el caso de este último país los contenidos sobre la Tierra, el espacio y el universo constituyen un dominio independiente desde el comienzo. En Inglaterra, los estándares de aprendizaje de las disciplinas científicas son “descripciones de desempeños (los conocimientos, las habilidades

y las comprensiones forman un todo, que incluye los procesos cognitivos)”, mientras que en Chile las habilidades cognitivas están en la dimensión llamada “habilidades de pensamiento científico”, que es transversal y se integra con los contenidos de las disciplinas en los mapas de progreso. Además, en el currículo de Inglaterra la dimensión de “indagación científica” se refiere exclusivamente a las habilidades prácticas de investigación y da lugar a un mapa de progreso propio, separado de los de las disciplinas, que se organiza según las etapas o momentos de la investigación:

- planificar;
- obtener y presentar evidencias;
- analizar evidencias; y
- evaluar.

Inglaterra es el único de los países revisados donde la indagación científica y el “cómo” de la ciencia (hacer ciencia) definen un dominio independiente que da lugar a un mapa de progreso diferenciado de los que se refieren a las disciplinas o a las ideas unificadoras.

Por otra parte, la asignatura de Ciencias se complementa en el currículo de Inglaterra con la asignatura denominada “Diseño y tecnología”, que, igualmente, establece estándares de aprendizaje descritos en ocho niveles de logros y organizados considerando los siguientes aspectos de conocimiento, habilidades y comprensión:

- Elaborar, planificar y comunicar ideas
- Trabajar con herramientas, equipos, materiales y componentes para realizar productos de calidad
- Evaluar procesos y productos
- Conocimientos y comprensión de materiales y componentes

En **Estados Unidos de América**, el Consejo Nacional de Ciencias está conduciendo un proceso de elaboración de nuevos estándares para la enseñanza de

ciencias en el nivel escolar (K-12), para lo cual ha publicado un documento de marco conceptual elaborado por un comité especial. El documento¹⁵ resalta la potencialidad de integrar en la escuela los conceptos de la ciencia con el ejercicio de las prácticas de la ciencia, otorgando un papel prominente a las ideas y las prácticas de la ingeniería; este último énfasis distingue a esta propuesta de las experiencias anteriores (2011, pp. 1-4).

Al respecto, el comité señala:

Usamos el término “ingeniería” en un sentido amplio para referirnos a cualquier participación en una práctica sistemática de diseño para lograr soluciones a determinados problemas humanos. Del mismo modo, usamos de manera amplia el término “tecnología” para incluir todos los tipos de sistemas y procesos construidos por los humanos –no en el sentido restringido que se le suele dar en las escuelas que iguala tecnología con los equipos modernos de información y comunicación–. La tecnología se produce cuando los ingenieros aplican su comprensión del mundo natural y del comportamiento humano para satisfacer necesidades y deseos de las personas. (pp. 1-2)

El comité agrega a lo anterior que la ingeniería y la tecnología proveen un contexto en el que los estudiantes pueden poner a prueba su incipiente conocimiento científico y aplicarlo a problemas prácticos; el hacerlo mejora su comprensión de la ciencia y para muchos la hace más atractiva, en la medida que pueden reconocer la interrelación entre ciencia, ingeniería y tecnología. Por ello, señalan: “Estamos convencidos de que la participación en prácticas de diseño de ingeniería es una parte del aprendizaje de la ciencia, en la misma medida en que lo es el involucramiento en prácticas de la ciencia misma [sustrayados añadidos]” (p. 1-4).

15 Estados Unidos. National Academy of Sciences. (2011). Todas las citas y referencias al documento, corresponden a traducciones directas de Manuel Bello.

El comité destaca tres cambios importantes en el enfoque de la educación científica que fundamentan su propuesta: 1) la noción de que el aprendizaje es un desarrollo progresivo, que los conocimientos y habilidades se construyen y revisan constantemente a partir de la curiosidad y las concepciones iniciales de los niños sobre el mundo y su funcionamiento; 2) la focalización en un número limitado de núcleos conceptuales, lo que brinda más tiempo para la investigación y la argumentación, que permiten una comprensión más profunda de las ideas principales y evitan el aprendizaje superficial de muchos detalles; 3), el énfasis en la integración de los contenidos de conocimiento científico con las prácticas necesarias para la indagación científica y el diseño de ingeniería, que se deben presentar entrelazados en la educación científica escolar.

Por eso, el comité recomienda que la educación científica escolar sea organizada en tres dimensiones:

- Prácticas de la ciencia y la ingeniería (hacer ciencia).
- Conceptos transversales que unifican el estudio de la ciencia y la ingeniería por medio de sus aplicaciones comunes (saber ciencia).
- Ideas centrales de cuatro áreas disciplinarias: ciencias físicas; ciencias de la vida; ciencias de la Tierra y el espacio; ingeniería, tecnología y aplicaciones de la ciencia (saber ciencia).

Según el Comité Especial autor de la propuesta, hay dos razones críticas para poner la ingeniería al lado de las ciencias naturales: para resaltar la importancia de la comprensión del mundo construido por la humanidad y para reconocer el valor de integrar la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, la ingeniería y la tecnología. El comité considera que los estudiantes deben explorar los usos prácticos de la ciencia a la par que contrastan sus propios conceptos y los conocimientos científicos que aprenden con su aplicación a problemas de la vida real. Esto haría más atractivo y significativo el aprendizaje de las ciencias.

El Comité destaca que las prácticas varían de una ciencia a otra, pero todas comparten algunos rasgos básicos: compromiso con los datos y la evidencia;

argumentación y análisis para relacionar la evidencia con teorías; examen, revisión y evaluación de las ideas propias y ajenas; valoración de la calidad de los datos, diseño de teorías, elaboración de nuevas preguntas, y cambio de teorías y modelos con base en las evidencias. Además, la ciencia es un emprendimiento social y el conocimiento avanza gracias a la colaboración en un sistema social con reglas muy elaboradas. Por su parte, la ingeniería comprende la definición del problema o necesidad y el diseño de una solución. Los estudiantes no pueden comprender las prácticas científicas ni asimilar la naturaleza del conocimiento científico mismo, sin vivir directamente y por sí mismos la experiencia de participar en esas prácticas. Todo ello muestra que el concepto de “Prácticas de la ciencia y la ingeniería” sobrepasa en amplitud al concepto de “Indagación científica” que está presente en otros currículos revisados.

El comité propone en el documento marco que las tres dimensiones elegidas comprendan los siguientes elementos específicos:

1. Prácticas de la ciencia y la ingeniería:
 - 1.1. Formular preguntas (ciencias) y definir problemas (ingeniería)
 - 1.2. Desarrollar y usar modelos
 - 1.3. Planificar y realizar investigaciones
 - 1.4. Analizar e interpretar datos
 - 1.5. Usar el pensamiento matemático y computacional
 - 1.6. Construir explicaciones (ciencias) y diseñar soluciones (ingeniería)
 - 1.7. Asumir argumentos basados en evidencias
 - 1.8. Obtener, evaluar y comunicar información
2. Conceptos transversales:
 - 2.1. Patrones
 - 2.2. Causa y efecto: mecanismos y explicaciones
 - 2.3. Escala, proporción y cantidad
 - 2.4. Sistemas y modelos de sistemas
 - 2.5. Energía y materia: flujos, ciclos y conservación
 - 2.6. Estructura y función
 - 2.7. Estabilidad y cambio

3. Contenidos clave de las disciplinas:

Ciencias Físicas:

CF1: La materia y sus interacciones

- Estructura y propiedades de la materia
- Reacciones químicas
- Procesos nucleares

CF2: Movimiento y estabilidad: fuerzas e interacciones

- Fuerzas y movimiento
- Tipos de interacciones
- Estabilidad e inestabilidad en sistemas físicos

CF3: Energía

- Definiciones de energía
- Conservación de energía y transferencias de energía
- Relación entre energía y fuerzas
- Energía en procesos químicos y en la vida diaria

CF4: Ondas y sus aplicaciones en tecnologías para transferencia de información

- Propiedades de las ondas
- Radiación electromagnética
- Tecnologías de información e instrumentación

Ciencias de la Vida:

CV1: De moléculas a organismos: estructuras y procesos

- Estructura y función
- Crecimiento y desarrollo de organismos
- Organización para el flujo de materia y energía en organismos
- Procesamiento de información

CV2: Ecosistemas: interacciones, energía y dinámicas

- Relaciones de interdependencia en ecosistemas
- Ciclos de transferencia de materia y energía en ecosistemas
- Dinámicas, funcionamiento y resiliencia en ecosistemas
- Interacciones sociales y comportamiento de grupo

CV3: Herencia: herencia y variaciones en los rasgos

- Herencia de rasgos
 - Variaciones en los rasgos
- CV4: Evolución biológica: unidad y diversidad
- Evidencias de ascendencia común y diversidad
 - Selección natural
 - Adaptación
 - Biodiversidad y humanos

Ciencias de la Tierra y el espacio:

CTE1: El lugar de la Tierra en el universo

- El universo y sus estrellas
- La Tierra y el sistema solar
- La historia del planeta Tierra

CTE2: Sistemas de la Tierra

- Materiales y sistemas de la Tierra
- Placas tectónicas e interacciones en sistemas de gran escala
- Los roles del agua en procesos de la superficie de la Tierra
- Tiempo y clima
- Biogeología

CTE3: La Tierra y la actividad humana

- Recursos naturales
- Peligros naturales
- Impacto de los humanos en los sistemas de la Tierra
- Cambio climático global
- Ingeniería, tecnología y aplicaciones de la ciencia:

ITC1: Diseños de ingeniería

- Definir y delimitar problemas de ingeniería
- Desarrollar posibles soluciones
- Optimizar el diseño de la solución

ITC2: Vínculos entre ingeniería, tecnología, ciencia y sociedad

- Interdependencia de ciencia, ingeniería y tecnología
- Influencia de la ingeniería, tecnología y ciencia en la sociedad y el mundo natural

El documento propone que los estándares describan niveles de logro terminales por ciclos o para cada grado escolar, organizados en una secuencia de complejidad creciente. En términos generales, en el período de Educación Inicial a segundo grado (K-2), se eligieron ideas sobre fenómenos que pueden ser conocidos por experiencia e investigación directa de los estudiantes. Del grado tercero a quinto, se incluyen entidades invisibles pero aún macroscópicas, como las que hay en el interior del cuerpo o de la Tierra, y que no son tan accesibles a la experiencia de los niños; se utilizan imágenes, modelos físicos y simulaciones para representar y relacionar estas entidades con los fenómenos que los estudiantes sí pueden investigar e interpretar. Entre los grados sexto y octavo se pasa a explicaciones de fenómenos físicos en el nivel atómico y explicaciones de procesos de la vida y estructuras biológicas en el nivel celular, pero sin entrar en detalles sobre el funcionamiento interno de los átomos o las células. Finalmente, desde el grado noveno al décimo segundo, se avanza a explicaciones subatómicas y al interior de las células. Una progresión similar en escalas y niveles de abstracción se aplica para fenómenos que implican grandes distancias y tiempos. Algo parecido puede decirse de la progresión en el aprendizaje de las prácticas.

Además, el comité resalta la importancia de la valoración y reconocimiento de la diversidad cultural y el tratamiento respetuoso de los conocimientos previos, en una perspectiva de equidad y justicia social. También, destaca la necesidad de comprender que el aprendizaje de la ciencia no solo depende de la acumulación de datos y conceptos, sino también del desarrollo de una identidad de aprendiz competente de ciencia, con motivación e interés por seguir aprendiendo. En este sentido, el comité destaca en su documento que los estándares deberían:

- (a) resaltar que las metas exigentes son apropiadas para todos los estudiantes;
- y
- (b) hacer explícito que lo anterior se basa en el supuesto de que se provee a todos los estudiantes el tiempo de instrucción, equipos, materiales y capacidades de enseñanza necesarios para alcanzar esas metas.

Finalmente, el comité especial del Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos de América ofrece las siguientes recomendaciones para quienes vayan a elaborar los estándares:

1. Los estándares deben definir un conjunto de logros rigurosos de aprendizaje que representen una expectativa común para todos los estudiantes.
2. Los estándares deben ser científicamente precisos, pero a la vez deben ser claros, concisos y comprensibles para los educadores en ciencia.
3. Los estándares deben ser limitados en número.
4. Los estándares deben enfatizar las tres dimensiones articuladas en el documento marco, no solo los conceptos transversales y los conceptos clave de las disciplinas, sino también las prácticas de la ciencia y de la ingeniería.
5. Los estándares deben incluir expectativas de desempeño que integren las prácticas de la ciencia y la ingeniería con los conceptos transversales y los conceptos clave de las disciplinas. Dichas expectativas deben incluir criterios para identificar el desempeño exitoso y exigir que los estudiantes demuestren habilidad en el uso y aplicación de conocimientos.
6. Los estándares deben incluir el señalamiento de las fronteras. Es decir, para un determinado concepto clave y un cierto nivel para un grado, quienes elaboren los estándares deben indicar tanto lo que necesita ser enseñado como lo que no corresponde ser enseñado para que los estudiantes alcancen el estándar.
7. Los estándares deben ser organizados como secuencias que apoyan el aprendizaje de los estudiantes en varios grados. Deben tomar en cuenta cómo el dominio del estudiante de las prácticas, conceptos transversales y conceptos disciplinarios clave se hacen más sofisticados en el tiempo gracias a experiencias de instrucción adecuadas.
8. Siempre que sea posible, los progresos de los estándares deben estar basados en la investigación disponible sobre aprendizaje y enseñanza. En los casos en que no se dispone de investigación suficiente para sustentar un progreso o no hay consenso en los hallazgos de la investigación, el progreso debe ser definido en base a un argumento razonable sobre el

aprendizaje y la enseñanza. Las secuencias descritas en el documento marco pueden ser usadas como guía.

9. El comité recomienda que las diversas necesidades de los estudiantes y de los estados sean atendidas mediante el desarrollo de estándares para ciclos o bandas de grados como conjuntos generales comunes adoptados por varios estados. Para aquellos estados que prefieran o requieran estándares para cada grado, los estándares por ciclos podrían ser proporcionados como ejemplo.
10. En caso se escriban estándares para cada grado sobre la base de las descripciones por ciclos o bandas de grados provistas en el documento marco, dichos estándares deben ser diseñados de manera que provean un progreso coherente al interior de cada ciclo o banda de grados.
11. Se debe explicitar cualquier supuesto que se asuma sobre los recursos, tiempo y experiencia del profesor que se requieren para que los estudiantes logren determinados estándares.
12. Los estándares para las ciencias e ingeniería deben alinearse de manera coherente con los de otras asignaturas. Es especialmente importante el alineamiento con los estándares clave comunes de matemáticas y comunicación (*English/Language Arts*).
13. Al diseñar estándares y expectativas de desempeño, se deben tomar en cuenta temas relacionados con la diversidad y la equidad. En particular, las expectativas de desempeño deben considerar diversas maneras de que los estudiantes demuestren competencia en ciencia.

El documento del Consejo Nacional de Investigación de EUA propone la integración de las prácticas de la ciencia con los conceptos transversales y con los conceptos clave de las disciplinas. Sin embargo, a diferencia de los países incluidos en el informe antes mencionado de Achieve, en este caso no se explicita que la integración deba darse a partir de los conceptos transversales –tratados como ideas unificadoras–. Tampoco se propone que los mapas de progreso sean estructurados a partir de las disciplinas científicas, de modo que los conceptos transversales y las prácticas de la ciencia se articulen con ellas. En esta propuesta, no queda dicho cuántas y cuáles serían las dimensiones para la elaboración de los mapas de progreso.

También cabe destacar, para terminar esta parte, que la propuesta analizada no incluye los valores y actitudes relacionados con la práctica de la ciencia ni consideraciones éticas con respecto a áreas controversiales del desarrollo de la ciencia y la tecnología y sus efectos en la sociedad. Solo en la parte correspondiente a “contenidos clave de las disciplinas” se encuentra el ítem “Influencia de la ingeniería, tecnología y ciencia en la sociedad y el mundo natural”. Se entiende que se propone desarrollarlo como un tema más entre los contenidos conceptuales de la ciencia.

Otra experiencia extranjera que bien merece ser mencionada en esta revisión de currículos y programas de ciencia de diversos países es el programa llamado *La Main a la Pate* (“Las manos en la masa”), desarrollado por la Academia de Ciencias y el Instituto Nacional de Investigación Pedagógica de Francia y conocido como “Proyecto LAMAP” (Adam, y otros, 2002). Este programa enfatiza más que otros el desarrollo de la indagación científica escolar, mediante una alternativa de enseñanza y aprendizaje que sigue los pasos de los procesos de investigación científica, estimulando el despertar de la curiosidad y el cuestionamiento científico. Muchas versiones de la “indagación científica” de otros países se han inspirado en el programa francés.

El programa *La Main a la Pate* es sobre todo una propuesta práctica, que orienta la actividad de los docentes en el aula para involucrar a los estudiantes en un aprendizaje muy activo, el mismo que facilita el descubrimiento y la construcción del conocimiento. El documento citado dice: “Emparentado con los métodos activos, el proceso propuesto se puede comparar con el recomendado para la resolución de problemas matemáticos. Por comodidad de presentación, se han identificado cinco momentos esenciales. El orden de presentación no constituye un hilo que deba seguirse de modo lineal. En función de los temas, se recomienda un ir y venir entre estos cinco momentos. En cambio, cada una de las fases identificadas es esencial para garantizar una investigación reflexionada por parte de los alumnos.” (p. 7). Las cinco fases de la secuencia didáctica son:

1. Elección de una situación de partida.
2. Planteamiento de interrogantes por parte de los alumnos.

3. Elaboración de hipótesis y concepción de una investigación.
4. Investigación dirigida por los alumnos.
5. Adquisición y estructuración de conocimientos.

Una de las experiencias internacionales más relevantes de evaluación de resultados educativos es el **Programa PISA**¹⁶, que se aplica a jóvenes estudiantes de quince años alrededor del mundo y define los dominios a ser evaluados en función de un análisis de las exigencias de la vida moderna y no de los currículos formales de los países participantes en la evaluación.

En el año 2009, la prueba aplicada por PISA para el área de ciencia respondió a la siguiente definición de la competencia científica

El conocimiento científico y el uso de ese conocimiento científico por parte de un individuo para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos, y formular conclusiones basadas en evidencias acerca de temas relacionados con las ciencias, comprensión de los rasgos característicos de la ciencia como forma humana de conocimiento e indagación, conciencia de cómo la ciencia y la tecnología modelan nuestros ambientes materiales, intelectuales y culturales, y voluntad para involucrarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como ciudadano reflexivo [traducción propia]. (p. 14)

El documento de lineamientos para la evaluación PISA del año 2009 señala que la competencia científica debe ser entendida como la habilidad para usar el conocimiento científico y los procesos de la ciencia no sólo para comprender el mundo natural, sino también para participar en las decisiones que lo afectan. En ese marco, se determinó que la evaluación de ciencias fuera diseñada en relación con tres aspectos:

16 *Programme for International Student Assessment*. Una iniciativa de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que involucra a decenas de países de todos los continentes. Su propósito es medir el nivel de habilidades y competencias esenciales de jóvenes de quince años en lectura, matemática y ciencia para su participación plena en la sociedad. (OECD, 2009).

- Conocimientos o conceptos científicos: constituyen los vínculos que ayudan a comprender fenómenos relacionados. En PISA, aunque se considera los conceptos familiares de las ciencias físicas, químicas, biológicas y las ciencias de la Tierra y el espacio, interesa su aplicación al contenido de los ítems y no sólo que sean evocados (saber ciencia).
- Procesos científicos: se centran en la habilidad para recoger, interpretar y actuar sobre la base de evidencias. Tres de esos procesos presentes en PISA se relacionan con (1) describir, explicar y predecir fenómenos científicos; (2) comprender la investigación científica; e (3) interpretar evidencias y conclusiones científicas (hacer ciencia).
- Situaciones o contextos: se refieren a la aplicación del conocimiento científico y al uso de los procesos científicos. El documento identifica tres áreas principales: la ciencia en la vida y la salud, la ciencia en la Tierra y el ambiente, y la ciencia en la tecnología (saber ciencia).

El documento también señala que la competencia científica no solo requiere de conocimientos y habilidades cognitivas, ya que también involucra actitudes, valores y motivaciones, que también son tomadas en cuenta en la evaluación (p. 126) (ser en y con la ciencia).

Por todo ello, las siguientes preguntas orientaron el trabajo de elaboración del marco conceptual para la evaluación en ciencia (p. 130):

- ¿Qué contextos serán apropiados para evaluar a estudiantes de quince años de edad?
- ¿Qué competencias se puede razonablemente esperar que demuestren esos estudiantes?
- ¿Qué conocimientos se puede razonablemente esperar que demuestren los estudiantes de quince años de edad?
- ¿Qué actitudes se puede razonablemente esperar que demuestren los estudiantes de quince años de edad?

En comparación con las experiencias y propuestas revisadas en las páginas anteriores, la prueba de ciencia de PISA se diferencia de todas ellas porque incorpora las “situaciones o contextos” como elementos de determinación de demanda cognitiva o de progreso de la aplicación de los conocimientos y los procesos científicos. Por otro lado, el concepto de “procesos científicos” es más amplio que el de “habilidades de indagación” usado en algunos países y se parece más a las “prácticas de la ciencia” de la propuesta de EUA y a las “habilidades de pensamiento científico” del currículo chileno. En lo que respecta a los conocimientos, el marco de la prueba de PISA se alinea con aquellos países que agrupan los contenidos por las disciplinas científicas tradicionales y no en función de “ideas unificadoras”. Por último, aunque sin tener el mismo nivel que los otros tres aspectos, como se ha visto, en la evaluación de PISA también se toman en cuenta las actitudes, valores y motivaciones.

Los resultados de PISA se expresan en seis niveles de desempeño de la competencia científica, que describen lo que los estudiantes son capaces de realizar en ciencia dependiendo del puntaje que alcancen en la prueba. En el cuadro siguiente, se muestra esa descripción de los seis niveles y se registra el porcentaje de estudiantes peruanos de quince años evaluados en PISA 2009, cuyo desempeño en la prueba se ubicó en cada uno de los niveles (Perú. MED. UMC, 2010).

CUADRO 5

PISA 2009. Descripción de los niveles de desempeño en ciencias de estudiantes peruanos de 15 años

Nivel de desempeño	Puntaje mínimo	% de estudiantes peruanos en este nivel	¿Qué pueden hacer los estudiantes en este nivel?
6	708	0% de estudiantes peruanos	De forma consistente, identifican, explican y aplican su conocimiento científico y su conocimiento sobre la ciencia a una variedad de situaciones complejas de la vida. Relacionan diferentes fuentes de información y explicaciones diferentes, y emplean la evidencia que provienen de esas fuentes para justificar sus decisiones. Clara y consistentemente, demuestran un pensamiento y razonamiento científico avanzado, demuestran voluntad de emplear su comprensión científica para respaldar las soluciones planteadas a situaciones desconocidas en los ámbitos científico y tecnológico. Los estudiantes en este nivel usan su conocimiento científico y desarrollan argumentos que apoyen recomendaciones y decisiones centradas en situaciones personales, sociales o globales.
5	633	0,2% de estudiantes peruanos	Identifican los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida, aplican conceptos científicos y su conocimiento sobre la ciencia a estas situaciones, y comparan, seleccionan y evalúan la evidencia científica adecuada para responder a situaciones de la vida. Los estudiantes en este nivel usan capacidades de investigación adecuadas, relacionan los conocimientos de forma apropiada y logran visiones críticas a situaciones particulares. Pueden construir explicaciones basadas en la evidencia, y argumentos basados en su propio análisis crítico.
4	559	1,8% de estudiantes peruanos	Se enfrentan de forma eficaz con situaciones y temas sobre fenómenos explícitos en las que tengan que realizar inferencias sobre el papel de la ciencia o de la tecnología. Seleccionan e integran explicaciones de diferentes dominios de la ciencia o de la tecnología y enlazan dichas explicaciones con aspectos reales de la vida. Los estudiantes en este nivel reflexionan sobre sus acciones y comunican sus decisiones empleando su conocimiento científico y la evidencia.
3	484	8% de estudiantes peruanos	Identifican temas científicos claramente descritos en una variedad de contextos. Seleccionan hechos y conocimientos para explicar fenómenos, y aplican modelos o estrategias de investigación simples. Los estudiantes en este nivel interpretan y emplean conceptos científicos de diferentes dominios y pueden aplicarlos directamente. Elaboran afirmaciones breves utilizando hechos y toman decisiones basadas en conocimiento científico.
2	409	21,7% de estudiantes peruanos	Ofrecen explicaciones posibles en contextos familiares, o extraen conclusiones basadas en investigaciones simples. Razonan directamente y hacen interpretaciones literales de los resultados de la investigación científica o de problemas tecnológicos.
1	335	33% de estudiantes peruanos	Tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo lo aplican a unas determinadas situaciones familiares. Ofrecen explicaciones científicas que son obvias y que se siguen explícitamente de una evidencia dada.

En esa aplicación de la prueba PISA, más de un tercio de los estudiantes peruanos se ubicaron por debajo del primer nivel, es decir que no llegaron siquiera a demostrar “un conocimiento tan limitado que sólo lo aplican a unas determinadas situaciones familiares. Ofrecen explicaciones científicas que son obvias y que se siguen explícitamente de una evidencia dada”. Otro tercio de los estudiantes peruanos de quince años se ubicaron en este primer nivel, el más bajo de los previstos en la escala de la prueba.

En la región de América Latina y El Caribe, la evaluación regional de logros de aprendizaje con mayor cobertura y relevancia es la que realiza el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación –LLECE– que es una entidad coordinada desde la Oficina Regional de Educación para América Latina y El Caribe (OREALC/UNESCO). En la primera década del presente siglo, el LLECE realizó el **Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE)** de la Educación Básica, para lo cual aplicó pruebas en las áreas de Matemática, Lengua y Ciencias Naturales a estudiantes de tercero y sexto de Primaria. El área de ciencias fue evaluada solo en sexto de Primaria (Leymoní, 2009). En la construcción de la prueba de Ciencias Naturales, los logros de aprendizaje esperados fueron organizados en función de dos grandes dimensiones: dominios y procesos. Los dominios están referidos a los núcleos de contenidos o conceptos y saberes específicos del área, en tanto que los procesos aluden al uso de los conceptos mediante procedimientos u operaciones mentales en contextos y situaciones también específicos del área.

Dominios

- Seres vivos y salud
Incluye la comprensión de la naturaleza, en especial, de las características de los seres vivos (animales y plantas): su diversidad, clasificación, identificación de grandes grupos y reconocimiento de algunos procesos vitales. También, el funcionamiento del cuerpo humano y los hábitos que permiten preservar la salud.

- Tierra y ambiente
Comprende el Sistema Solar y la Tierra: sus características generales estructurales, movimientos e implicancias para la vida en el planeta; la interdependencia entre los organismos, y entre estos y su medio; el flujo de energía en los ecosistemas, el uso racional de los recursos y el impacto de la acción humana en el equilibrio ecológico natural.
- Materia y energía
Abarca aspectos de la materia como características, comportamiento y cambios físicos y químicos simples; el concepto de energía, sus fuentes, sus manifestaciones y sus transformaciones en los fenómenos de la naturaleza; y la utilización de la energía en procesos generados por el hombre.

Procesos

- Reconocimiento de conceptos
Comprende la identificación de los conceptos básicos y las reglas de uso de las ciencias, distinguiendo los de este ámbito de aquellos que corresponden a otros campos; la identificación de conceptos y fenómenos, y el reconocimiento de notaciones de uso científico.
- Interpretación de conceptos y aplicación
Abarca la interpretación y el uso adecuado de conceptos científicos en la solución de problemas sencillos que corresponden a situaciones cotidianas donde participa una sola variable; la identificación de variables, relaciones y propiedades; la interpretación de las características de los conceptos y sus implicancias; y la identificación de conclusiones y predicciones.
- Solución de problemas
Comprende la delimitación y la representación de situaciones planteadas, la organización y el tratamiento de la información disponible, el reconocimiento de relaciones de causa-efecto y de regularidades que explican una situación; la interpretación y la reorganización de información dada; la selección de información necesaria para resolver un problema; el planteamiento de hipótesis y estrategias de solución, así como la identificación de su pertinencia.

En ciencias, fueron establecidos cuatro niveles de desempeño (I a IV) inclusivos y progresivos, de manera que un estudiante cuyo puntaje lo ubica en el Nivel III probablemente sea capaz de realizar no solo las tareas de este nivel, sino también las correspondientes a los anteriores (Leymoní, 2009, 58). Los niveles se definieron teniendo en cuenta las edades de los estudiantes, los aportes de la investigación en Didáctica de las ciencias y también los de la Psicología del aprendizaje.

El cuadro siguiente, tomado del documento citado (Leymoní, 2009, 60), describe los niveles de desempeño que corresponden a distintos rangos de puntajes de rendimiento en la prueba de ciencias en sexto grado.

CUADRO 6

Niveles de desempeño de los estudiantes de sexto grado en ciencias

Nivel Puntaje de corte	Descripción	Ejemplos de desempeños específicos
IV 704,75	Los estudiantes utilizan conocimientos científicos que requieren un grado de formalización y abstracción alto, transfiriéndolos a distintos tipos de situaciones. Identifican los conocimientos científicos involucrados en una situación problemática formal y referida a aspectos, dimensiones o análisis alejados del entorno próximo.	Interpretar información presentada en cuadros de mayor complejidad que en los niveles inferiores, por intervenir mayor cantidad de variables. Detectar regularidades para clasificar y caracterizar fenómenos. Designar los cambios de estado por su nombre, reconocer la reversibilidad de los procesos e identificar los cambios de estado más presentes en la vida cotidiana. Reconocer manifestaciones de distintas formas de la energía en la vida cotidiana. Movilizar conocimientos sobre la salud humana para acceder a información simple (por ejemplo, resultados de exámenes de sangre). Interpretar sencillos fenómenos ópticos que permitan explicar las sombras. Usar modelos explicativos.

Nivel Puntaje de corte	Descripción	Ejemplos de desempeños específicos
III 590,29	Los estudiantes explican situaciones cotidianas basadas en evidencias científicas, utilizan modelos descriptivos sencillos para interpretar fenómenos del mundo natural y plantean conclusiones a partir de la descripción de actividades experimentales.	<p>Explicar los fenómenos del día y la noche, y orientarse según el sol.</p> <p>Reconocer los cambios de estado y la reversibilidad de los procesos: conservación de la masa y del volumen.</p> <p>Reconocer fuentes de energía y transformaciones de la energía, así como sus aplicaciones en el hogar y en la vida cotidiana.</p> <p>Diferenciar fenómenos físicos y químicos.</p> <p>Reconocer un circuito eléctrico y sus partes, así como el papel de la pila, y materiales conductores y no conductores.</p> <p>Reconocer variables y la incidencia de una o dos variables en una situación analizada.</p> <p>Analizar situaciones experimentales y proponer la pregunta a la respuesta de una situación presentada en un texto.</p> <p>Utilizar modelos explicativos sencillos.</p>
II 472,06	Los estudiantes aplican contenidos científicos aprendidos en el contexto escolar; comparan, ordenan e interpretan información; reconocen relaciones de causalidad y clasifican seres vivos de acuerdo con un criterio. Acceden y tratan información presentada en distintos formatos (tablas, cuadros, esquemas, imágenes).	<p>Identificar criterios de clasificación de los seres vivos y al uso de taxonomías.</p> <p>Establecer relaciones alimenticias entre los seres vivos.</p> <p>Identificar una cadena trófica sencilla.</p> <p>Interpretar y comparar información presentada en textos, cuadros, tablas de datos y gráficos.</p> <p>Analizar resultados de experimentos sencillos y concluir a partir de ellos.</p> <p>Reconocer los estados de la materia y sus características.</p>
I 351,31	Los estudiantes relacionan conocimientos científicos con situaciones cotidianas próximas a su entorno. Explican el mundo inmediato a partir de sus propias observaciones y experiencias, y las relacionan con el conocimiento científico en forma simple y lineal. Describen hechos concretos y simples mediante procesos cognitivos como recordar e identificar.	<p>Utilizar conocimientos en situaciones cotidianas y domésticas.</p> <p>Demostrar conocimientos y actitudes tendientes a promover hábitos saludables de vida con incidencia marcada en la vida personal y social.</p> <p>Diferenciar plantas de animales.</p>

Según los resultados de la prueba SERCE de ciencias, más de la mitad de los estudiantes peruanos de sexto grado evaluados se ubicaron en el Nivel I o debajo del Nivel I, en tanto que menos del 10% se ubicaron en los Niveles III o IV. El promedio de los puntajes de los estudiantes peruanos se ubicó por debajo del promedio del conjunto de los países de la región. Por otro lado, el Perú se encontró en el grupo de los países con mayor desigualdad entre niñas y niños, y entre los estudiantes que asisten a escuelas rurales y los que asisten a centros educativos urbanos.

La prueba de ciencias de SERCE, comparada con PISA y con los currículos revisados, es muy limitada en su definición de la competencia científica a ser evaluada. Sólo define, con el nombre de “procesos”, los tipos de contenidos conceptuales y su aplicación para la interpretación o explicación de situaciones sencillas. En esta prueba, no hay referencia a conceptos transversales de la ciencia y tampoco se toman en cuenta las habilidades de indagación o de pensamiento científico, como tampoco las actitudes y valores implicados en el ejercicio o la aplicación de la ciencia y la tecnología.

Una de las iniciativas internacionales más importantes de evaluación de logros del aprendizaje, especializada en las áreas de ciencia y matemática, es **TIMMS** (*Trends in International Mathematics and Science Study*), que compara los sistemas educativos y los resultados de los estudiantes de cuarto y octavo grados en más de sesenta países alrededor del mundo (Mullis et al., 2009). TIMMS 2011 fue la quinta de una serie de evaluaciones realizadas cada cuatro años en los países participantes. A diferencia de las dos anteriores, el Perú no ha participado hasta ahora en TIMMS como país evaluado.

En lo que respecta a la evaluación de Ciencias, TIMSS 2011 establece una dimensión de contenidos que especifica los dominios de las disciplinas científicas (por ejemplo, biología, química, física y ciencias de la tierra en el octavo grado) y una dimensión cognitiva, que especifica los dominios cognitivos o habilidades y conductas (saber, aplicar, razonar) que se espera de los estudiantes cuando se involucran con los contenidos de la ciencia. Los dominios de contenido son

diferentes en cuarto y octavo grado, considerando la naturaleza y dificultad de la ciencia que se enseña en cada grado. En cuarto grado, se pone más énfasis en Ciencia de la vida que el que se pone en su contraparte, Biología, en octavo. Por el contrario, en octavo se evalúa física y química como dominios de contenido separados y se les da más peso que en cuarto grado, donde son evaluados como un dominio de contenido integrado, llamado Ciencia física. El marco cognitivo es, en cambio, el mismo para los dos grados, y comprende un conjunto de procesos cognitivos implicados en el aprendizaje de conceptos científicos (conocer, aplicar, razonar) y en la participación en indagación científica a lo largo de los años de escolaridad primaria y media.

En TIMMS, la indagación científica se evalúa en el contexto de alguno de los dominios de contenido, y se considera todo el conjunto de habilidades y conductas de los dominios cognitivos. Es decir, los ítems de la prueba que evalúan la indagación científica consideran las dos dimensiones del marco conceptual de la evaluación: la dimensión de contenido, que cubre todos los campos de la ciencia, y la dimensión cognitiva, que incluye componentes basados en habilidades.

A continuación, se presentan los dominios de contenido considerados para las pruebas de cuarto y octavo grado, respectivamente. En cada caso se listan los temas específicos que, en el documento citado, TIMMS define y desagrega en la forma de objetivos (*assessment objectives*), que expresan aquello que los estudiantes deberían comprender y hacer.

Dominios de contenido en cuarto grado

Ciencia de la Vida Características y procesos de vida de los seres vivos

- Ciclos de vida, reproducción y herencia
- Interacción con el ambiente
- Ecosistemas
- Salud humana

Ciencia Física Clasificación y propiedades de la materia

- Fuentes y efectos de la energía

- Fuerzas y movimiento

Ciencia de la Tierra Estructura de la Tierra, características físicas y recursos

- Proceso, ciclos e historia de la Tierra
- La Tierra en el sistema solar

Dominios de contenido en octavo Grado

En octavo grado los dominios de contenido son biología, química, física y ciencia de la Tierra.

Biología

- Características, clasificación y procesos de vida de los organismos
- Las células y sus funciones
- Ciclos de vida, reproducción y herencia
- Diversidad, adaptación y selección natural
- Ecosistemas
- Salud humana

Química

- Clasificación y composición de la materia
- Propiedades de la materia
- Cambio químico

Física

- Estado físico y cambios en la materia
- Transformaciones de la energía, calor y temperatura
- Luz y sonido
- Electricidad y magnetismo
- Fuerzas y movimiento

Ciencia de la Tierra

- Estructura de la Tierra y rasgos físicos
- Procesos, ciclos e historia de la Tierra
- Recursos de la Tierra, su uso y conservación
- La Tierra en el sistema solar y el universo

Del mismo modo, el documento especifica los dominios cognitivos que son considerados en la evaluación. Son los mismos en cuarto y octavo grados.

Dominios cognitivos de la ciencia en cuarto y octavo grados

Son tres dominios basados en lo que los estudiantes tienen que saber y hacer cuando resuelven los ítems de evaluación de TIMMS. El primer dominio –saber o conocer (*knowing*)– abarca los hechos o datos (*facts*), procedimientos y conceptos que los estudiantes necesitan conocer; el segundo dominio –aplicar– se centra en la habilidad del estudiante para aplicar el conocimiento y la comprensión conceptual a un problema científico; el tercer dominio –razonar– va más allá de la solución a problemas rutinarios de la ciencia para abarcar situaciones no familiares, contextos complejos y problemas que requieren de múltiples pasos. Los ítems de TIMMS que corresponden al tercer dominio aumentan porcentualmente en octavo grado en comparación con cuarto grado. En TIMMS, para cada dominio de contenido, se incluyen ítems que corresponden a cada uno de los dominios cognitivos: conocer, aplicar y razonar.

Primer dominio: conocer o saber

- Recordar / reconocer
- Definir
- Describir
- Ilustrar con ejemplos
- Demostrar conocimiento del uso de instrumentos científicos

Segundo dominio: aplicar

- Comparar / contrastar / clasificar
- Usar modelos
- Relacionar
- Interpretar información
- Encontrar soluciones
- Explicar

Tercer dominio: razonar

- Analizar
- Integrar / sintetizar
- Hipotetizar / predecir
- Diseñar
- Extraer conclusiones.
- Generalizar
- Evaluar
- Justificar

Finalmente, TIMMS evalúa la indagación científica como un aspecto articulado e integrado con los dos dominios expuestos.

La indagación científica en TIMMS 2011

En TIMMS, los ítems que evalúan procesos de indagación siempre se sitúan en el contexto de objetivos de contenidos (biología, química, etc.) y se derivan del amplio rango de habilidades y conductas especificadas en los dominios cognitivos.

En términos generales, los estudiantes de ambos grados deben tener un conocimiento general sobre la naturaleza de la ciencia y la indagación científica, lo que incluiría entender que el conocimiento científico es cambiante, la importancia de usar diferentes tipos de investigaciones científicas para verificar el conocimiento científico, el uso de métodos científicos básicos, la comunicación de resultados, y la interacción entre ciencia, matemática y tecnología. Además, se espera que los estudiantes demuestren destrezas y habilidades implicadas en cinco aspectos principales del proceso de indagación científica:

- Formular preguntas e hipótesis
- Diseñar investigaciones
- Representar datos

- Analizar e interpretar datos
- Extraer conclusiones y desarrollar explicaciones

En síntesis, TIMMS define dimensiones y dominios para diseñar la prueba y elaborar los ítems de la evaluación. En ellos se articulan contenidos de las disciplinas científicas, áreas del desarrollo cognitivo de los estudiantes, y habilidades y destrezas propias del proceso de indagación científica.

El marco conceptual de la prueba TIMMS organiza el conocimiento científico para la evaluación en función de las disciplinas científicas y no de ideas unificadoras. En esto coincide con los currículos de Chile e Inglaterra, con PISA y con el DCN peruano, mas no con los currículos presentados en el informe de Achieve. Por otro lado, lo que TIMMS llama “dominios cognitivos de la ciencia” corresponde a lo que en Achieve se denomina “demanda cognitiva” (conocer, aplicar, razonar), que está presente en los currículos descritos en ese informe. TIMMS desagrega los dominios cognitivos de una manera más precisa. Asimismo, la integración de los dominios cognitivos y las habilidades de indagación científica con los contenidos de las disciplinas se aproxima a la participación transversal de las habilidades de pensamiento científico en los dominios definidos por las áreas disciplinarias del currículo chileno. Por último, en TIMMS –a diferencia de lo que ocurre en la prueba de PISA y la mayoría de los currículos revisados– no hay mención ni referencia a las actitudes y los valores.

Terminada la revisión de los currículos nacionales de algunos países y de evaluaciones internacionales en el área de ciencias, a continuación se presenta un resumen de las ideas principales que pueden ilustrar la selección de dominios y dimensiones para los mapas de progreso de esta área en el Perú:

1. Valverde y Näslund-Hadley (2010) señalan que los currículos que conducen a la alfabetización científica integran contenido procedente de las disciplinas científicas, valores y disposiciones transversales inherentes al desarrollo del conocimiento científico en cualquier disciplina, y destrezas de indagación.

2. El informe de Achieve (2010) destaca que los currículos revisados por ellos ofrecen una enseñanza integrada de las ciencias basada en ideas unificadoras, al menos hasta los primeros grados de Secundaria. En torno a esas ideas, se articulan los contenidos de las disciplinas científicas. También, se consideran otros contenidos transversales comunes a todas las ciencias, como naturaleza de la ciencia y la tecnología; ciencia, tecnología y sociedad; y sostenibilidad. Se enfatiza el desarrollo de habilidades de indagación, que progresan de un nivel de novato a experto (habilidades básicas y avanzadas) y consideran las etapas de la investigación científica. Achieve también señala que el desempeño en el dominio de los contenidos se define por la demanda cognitiva: conocer, aplicar y razonar.
3. El currículo de Colombia es el único de los revisados que integra en un solo paquete los estándares de competencias de ciencias sociales y ciencias naturales, destacando lo que ellas tienen en común: los procesos de indagación, y el compromiso social y personal con el conocimiento y con la democracia. La ciencia integrada incluye el “manejo de conocimientos”, que se asocia al desarrollo del pensamiento científico en relación con contenidos de las disciplinas científicas básicas.
4. En Chile, se han elaborado cinco mapas de progreso que corresponden a contenidos de las disciplinas científicas, pero el currículo incluye un sexto eje –desarrollo del pensamiento científico– que se articula de manera transversal en los cinco mapas mencionados. Dicho eje comprende tanto habilidades de indagación como procesos cognitivos de complejidad diversa, así como aspectos éticos y actitudinales en relación con la ciencia y sus aplicaciones. El concepto de “habilidades de pensamiento científico” es bastante complejo e interesante, pero al abarcar mucho podría dificultar la visibilidad de aspectos esenciales del “hacer ciencia” que los mapas de progreso peruanos deberían diferenciar y destacar.
5. En el nuevo currículo de ciencia de Australia, se propone seis ejes temáticos transversales, similares a las ideas unificadoras descritas en el informe de Achieve. Sin embargo, el progreso de la competencia científica articula en un solo estándar de logro –por cada año escolar– dichos ejes temáticos con las tres áreas o ramales del marco curricular: Comprensión de la cien-

cia, Ciencia como emprendimiento humano y Habilidades de indagación científica. Estas tres áreas proporcionan a los estudiantes comprensión, conocimiento y habilidades de una manera integrada. La comprensión de la ciencia involucra procesos cognitivos en el manejo de contenidos de las disciplinas científicas. El segundo ramal alude a una visión histórica y crítica del desarrollo, así como de los dilemas de la ciencia y la tecnología. Por su parte, las habilidades de indagación aparecen más destacadas que en otros currículos y se subdividen tomando en cuenta las etapas de la investigación científica.

6. En Inglaterra, como en Chile, se han elaborado mapas de progreso que corresponden a las disciplinas científicas, cada uno de los cuales describe desempeños, que integran conocimientos, habilidades, comprensiones y procesos cognitivos. Una diferencia significativa con el caso chileno es que en Inglaterra se ha incluido un dominio y mapa de progreso separado llamado "Indagación científica" para las tres primeras etapas clave (hasta los catorce años) y llamado "Cómo trabaja la ciencia" para la etapa clave 4 (de los catorce a los dieciséis años, es decir, parte de la Secundaria avanzada). La indagación científica en este caso incluye la noción de evidencias en ciencia y las habilidades de investigación. En el dominio "Cómo trabaja la ciencia", se incluyen los conceptos "datos, evidencias, teorías y explicaciones" junto con "habilidades prácticas y de indagación", "habilidades de comunicación" y "aplicaciones e implicaciones de la ciencia". Este país es el único entre los incluidos en este informe que considera la investigación científica como un dominio y que ha elaborado mapas de progreso para el mismo.
7. La nueva propuesta del Consejo Nacional de Ciencias de las Academias Nacionales de los Estados Unidos de América trae como novedad la incorporación de conceptos y prácticas de diseño de la Ingeniería a los estándares de la ciencia escolar. Su enfoque también incluye un énfasis en la integración de los contenidos de conocimiento con las prácticas necesarias para la indagación científica y el diseño de ingeniería. Propone tres dimensiones que deben articularse en los estándares: las prácticas, conceptos transversales –como los del informe de Achieve y del currículo

de Australia–, e ideas centrales de cuatro áreas disciplinarias –como las de Chile e Inglaterra–. La propuesta no explicita si los conceptos transversales o las disciplinas científicas serían los dominios ordenadores de los estándares y eventuales mapas de progreso. El concepto de “prácticas de la ciencia” sobrepasa en amplitud a la noción de “indagación científica” que está presente en los otros currículos revisados. A diferencia de otras, esta propuesta de estándares no incluye una referencia explícita a las actitudes y los valores.

8. La evaluación del área de ciencia en la prueba de PISA de 2009 –aplicada a jóvenes de quince años– se sustenta en una definición de la competencia científica que comprende tres aspectos: conocimientos científicos (conceptos de las disciplinas científicas aplicados en vez de ideas unificadoras), procesos científicos (habilidad para recoger, interpretar y actuar en base a evidencias), y situaciones y contextos (aplicación y uso de conocimiento y procesos científicos en tres áreas: la vida y la salud, la Tierra y el ambiente, y la tecnología). Las actitudes, valores y motivaciones también son tomadas en cuenta en la evaluación. El marco conceptual de PISA se distingue de los otros por considerar las “situaciones y contextos” como referente para determinar la demanda cognitiva o el progreso en la aplicación de los conocimientos y los procesos científicos. El concepto de “procesos científicos” tiene más similitud con las “prácticas de la ciencia” de EUA y con las “habilidades de pensamiento científico” de Chile que con las habilidades de indagación de otros países.
9. En la elaboración de la prueba de ciencias naturales de SERCE para sexto grado de Primaria, los logros de aprendizaje esperados fueron organizados en función de dos dimensiones: dominios y procesos. Son tres dominios, que agrupan los contenidos de conocimiento de las disciplinas científicas (seres vivos y salud, tierra y ambiente, materia y energía), y tres procesos cognitivos del conocimiento de esos contenidos (reconocimiento de conceptos, interpretación de conceptos y aplicación, y solución de problemas). En este caso los “procesos” sólo aluden a tipos de contenidos conceptuales y su aplicación para la interpretación o explicación de situaciones sencillas. En esta prueba no hay referencia a conceptos

transversales, habilidades de indagación o de pensamiento científico, o actitudes y valores.

10. El marco conceptual de la prueba TIMMS coincide con los currículos de Chile, de Inglaterra y de la prueba PISA al organizar el conocimiento científico en “dominios de contenido” en función de las disciplinas científicas y no de ideas unificadoras, aunque el agrupamiento de los contenidos es ligeramente distinto en las pruebas de cuarto y de octavo grado. Al mismo tiempo, se considera un “marco cognitivo”, que es similar en los dos grados y que refiere a los procesos cognitivos implicados en el conocimiento de los conceptos científicos (conocer, aplicar, razonar), que a su vez equivale a lo que el informe de Achieve denomina “demanda cognitiva”. El tercer aspecto de la prueba es la “indagación científica”, que se evalúa en el contexto de los dominios de contenido y considerando los procesos cognitivos. Existe cierta similitud entre la integración de los dominios cognitivos y las habilidades de indagación científica con los contenidos de las disciplinas que caracteriza a TIMMS y la estructura de los mapas de progreso de Chile, que integra las habilidades de pensamiento científico con los dominios definidos por las áreas disciplinarias del currículo. Una limitación de esta prueba es que no incluye la evaluación de actitudes, valores o motivación.

LOS DOMINIOS DE CIENCIAS EN EL DISEÑO CURRICULAR NACIONAL

En el texto citado de Jhoncon y Mayorga (2010), se hace una referencia favorable al Diseño Curricular Nacional en lo que respecta al currículo para Educación Secundaria en el área de Ciencia, tecnología y ambiente: “se puede notar que los contenidos corresponden a las disciplinas de biología, física y química en correspondencia con la tecnología, salud y el medio ambiente, lo cual es una excelente oportunidad para que se pueda contribuir a la formación de ciudadanos conscientes de la situación de emergencia planetaria que vive la humanidad” (68). Estos autores luego enfatizan la necesidad de desarrollar los contenidos de la ciencia desde una perspectiva integrada e interdisciplinaria.

Por su parte, Quineche (2010) señala que el nuevo Diseño Curricular Nacional (DCN) peruano corresponde al enfoque de “alfabetización científica” pues asume que “es preciso que la población en general reciba una formación científica básica que le permita comprender mejor su entorno y relacionarse con él de manera responsable, y con ello mejorar su calidad de vida” (Perú. MED, 2008, 228). Es decir, los estudiantes deben comprender la contribución que la ciencia ha tenido y tiene en la evolución de nuestra sociedad (racionalismo, comunicación, agricultura, energía, medicamentos, nuevos materiales, máquinas,

etc.), lo que iniciaría el análisis de las complejas interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. De igual manera, ellos deben conocer los problemas derivados de un uso no planificado de la ciencia (contaminación atmosférica, calentamiento del planeta, agotamiento de las fuentes de energía, etc.), lo que potenciaría una actividad de respeto y cuidado del medio, así como la gestión y aprovechamiento racional de los recursos existentes en el planeta. Bajo esta perspectiva se pretende que los estudiantes “sean capaces de tomar decisiones fundadas en el conocimiento (científico) y asumir responsabilidades al realizar acciones que repercuten en el ambiente y en la salud de la comunidad” (Perú. MED, 2008, 228).

Quineche sintetiza del siguiente modo la organización curricular adoptada por el DCN en el área de ciencias naturales:

Para conseguir el propósito descrito, el DCN propone el desarrollo, en primer lugar, de competencias y capacidades implicadas en los procesos propios de la investigación científica con la finalidad de que los estudiantes aprendan qué es la ciencia y la tecnología y cómo trabajan para adquirir destrezas que les permitan razonar mejor y resolver problemas de la vida cotidiana; en segundo lugar, conocimientos básicos de la ciencia y la tecnología con el fin de garantizar a todos los ciudadanos los conocimientos científicos y técnicos necesarios para que puedan comprender un mundo cada vez más tecnificado; y en tercer lugar, actitudes referidas a la ciencia y la tecnología, con la finalidad de conseguir despertar el interés de los estudiantes hacia la actividad científica y el desarrollo de un interés crítico por dicha actividad. Con ellos se busca valorar el papel que la ciencia juega en nuestras vidas y se prepara el camino para que en el futuro ellos puedan participar colectivamente en la solución de los problemas con los que se enfrenta la sociedad de la que forman parte [subrayados añadidos]. (p. 86-89)

En el mismo artículo, Quineche revisa y analiza las características de los procedimientos (que corresponderían a las “capacidades implicadas en los procesos

de la investigación científica”), los conocimientos y las actitudes. Al referirse a los procedimientos, hace una distinción entre “técnica” y “estrategia” en los siguientes términos:

El uso eficaz de una estrategia depende en buena medida del dominio de un conjunto de técnicas que la componen, de recursos cognitivos para ejercer el control y de un cierto grado de reflexión consciente o metacognición de la acción. También es necesario el conocimiento del área donde se aplicará la estrategia y otros recursos del dominio actitudinal que crean condiciones favorables a la ejecución de la estrategia.

En general, el aprendizaje de los procedimientos parece seguir una secuencia que va desde la adquisición del dominio de una técnica, en forma de rutinas más o menos automatizadas, hasta el uso estratégico de técnicas en nuevas combinaciones para enfrentar problemas auténticamente nuevos.

Pueden identificarse cuatro fases principales en el aprendizaje de los procedimientos: a) presentación de instrucciones; b) automatización de la técnica; c) aplicación a nuevas tareas y contextos; y d) transferencia del control de las tareas a los estudiantes. Las dos primeras están dirigidas a promover el uso técnico, las dos últimas impulsan su aplicación en el marco de estrategias más amplias.

Aunque estas cuatro fases respondan a una secuencia de construcción, y por tanto deberían orientar la secuenciación de los contenidos procedimentales en el currículo de ciencias, no deben entenderse como fases sucesivas, sino que tendría que existir un cierto solapamiento e incluso un continuo ir y venir entre estas fases, a medida que se vayan detectando dificultades en el aprendizaje. (Quineche, 2010, 103).

El mismo autor presenta una clasificación, tomada de Pozo y Postigo, de los contenidos procedimentales (Quineche 2010, 105).

CUADRO 7

Clasificación de los contenidos procedimentales

Objetivo	Función	Procedimiento
Hacer ciencia	1) Adquisición de la información	A) Observación
		B) Selección de información
		C) Búsqueda y recogida de la información
		D) Repaso y memorización de la información
	2) Interpretación de la información	A) Decodificación o traducción de la información
		B) Uso de modelos para interpretar situaciones
	3) Análisis de la información y realización de inferencias	A) Análisis y comparación de información
		B) Estrategias de razonamiento
		C) Actividades de investigación o solución de problemas
Aprender ciencia	4) Comprensión y organización conceptual de la información	A) Comprensión del discurso (escrito/oral)
		B) Establecimiento de relaciones conceptuales
		C) Organización conceptual
	5) Comunicación de la información	A) Expresión oral
		B) Expresión escrita
		C) Otros tipos de expresión

En la misma línea de lo planteado en el cuadro, Quineche afirma:

El aprendizaje de la ciencia en la escuela –implica que los estudiantes tienen que usar procedimientos que se hallan próximos a los que utiliza el científico en sus investigaciones (observar, comparar, formular hipótesis, medir, contrastar modelos, etc.), pero también que deben utilizar procedimientos específicos del aprendizaje escolar para leer y comprender la literatura científica, interpretar las gráficas, comunicar sus ideas y conocimientos, etc. Estos procedimientos generales, comunes a otras áreas curriculares, deben recibir también un tratamiento específico en el currículo de ciencia si se quiere que los estudiantes logren utilizarlos en su aprendizaje. (2010, p. 106)

Este análisis de los “procedimientos” que son parte de la competencia científica, que corresponden a la dimensión de “hacer ciencia” del concepto tomado de

UNESCO, integra procesos cognitivos (conocer, interpretar, aplicar, razonar) con habilidades de indagación propias de la investigación. En ese sentido, se aproxima al concepto de “habilidades de pensamiento científico” del currículo chileno. La distinción entre “técnicas” y “estrategias” –que no es explícita en el DCN– puede ser útil para ordenar las prácticas de la ciencia, de acuerdo con su complejidad y su grado de exigencia, en la secuencia de los mapas de progreso.

En lo referente a los “conocimientos”, Quineche sigue a Coll (1986) para decir que los contenidos conceptuales (verbales) de los currículos de ciencia se pueden agrupar en tres categorías: datos, conceptos y principios. Así, señala que “el verdadero sentido o significado de los datos y de los conceptos deriva de los principios, pero estos a su vez sólo pueden aprenderse a través del aprendizaje de conceptos y datos” (Quineche, 2010, 109). El autor resalta la importancia de diferenciar entre unos y otros en el proceso de enseñanza y aprendizaje:

Un problema bastante habitual en las aulas es que los profesores “enseñan” o “explican” los conceptos a los estudiantes y estos a su vez tienden a aprenderlos como datos que tienen que memorizar y luego recordar cuando el caso lo requiera. Enseñar de esta manera, sin dar oportunidad a que los estudiantes den sentido y comprendan los conceptos, convierte el aprendizaje de la ciencia en un acto de fe y a los estudiantes en creyentes. (p. 111)

Las diferencias entre datos y conceptos se resumen en el siguiente cuadro, tomado por Quineche de un trabajo de Pozo (2010, 111):

CUADRO 8

Diferencia entre datos y conceptos como contenidos de aprendizaje

Aprendizaje	Datos	Conceptos
Consisten en	Copia literal	Relación con conocimientos anteriores
Se aprenden	Por repaso (repetitivo)	Por comprensión (significativo)
Se adquieren	De una vez	Gradualmente
Se olvidan	Rápidamente sin repaso	Más lenta y gradualmente

En los marcos curriculares de otros países, también se mencionan y diferencian tipos de contenidos –como “datos”, “conceptos”, “relaciones”, “teorías”, “principios”– como elementos comunes a todas las disciplinas que responden a la naturaleza del conocimiento científico. Sin embargo, más importante para la elaboración de mapas de progreso parece ser la noción de “demanda cognitiva” o procesos cognitivos (conocer, aplicar, razonar y otros) que se asocian con el “manejo de la ciencia” o la “comprensión científica”, en los que el “saber ciencia” supone un rol intelectual más activo de los estudiantes que con los listados de temas y contenidos específicos.

Por último, Quineche (2010) señala que las “actitudes” casi nunca han sido objeto de una enseñanza explícita: “El problema consiste en que las actitudes de los estudiantes difícilmente cambiarán acercándose más a las que los profesores esperan de ellos si no hay un propósito educativo, deliberado e intencional por cambiarlas” (p. 92). De este modo, el primer paso es identificarlas, por lo cual el autor presenta un cuadro con la siguiente comparación y equivalencia entre la propuesta de Pozo y Gómez-Crespo, y el planteamiento del DCN vigente, acerca de las actitudes que pueden promoverse en la educación científica (p. 96):

CUADRO 9

Pozo y Gómez Crespo	Diseño Curricular Nacional (DCN)
Actitudes hacia la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> • Demuestra curiosidad en las prácticas de campo. • Participa en los trabajos de investigación de manera creativa. • Muestra iniciativa e interés en los trabajos de investigación. • Valora el uso del lenguaje de la ciencia y la tecnología.
Actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> • Valora los aprendizajes desarrollados en el área como parte de su proceso formativo.
Actitudes hacia las implicaciones sociales de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> • Cuida y protege su ecosistema. • Valora la biodiversidad existente en el país. • Propone alternativas de solución frente a la contaminación del ambiente.

Esta propuesta de actitudes converge con algunos de los currículos y evaluaciones revisados, que incorporan de manera explícita la dimensión del “ser” con respecto a la ciencia señalando como objetivos o contenidos ciertos valores,

actitudes y comportamientos deseables durante la etapa escolar y también en la vida adulta de los ciudadanos. En general, en esta consultoría se ha encontrado poca elaboración teórica y aplicada sobre la enseñanza y la evaluación de las actitudes en el área de ciencia.

En el Diseño Curricular Nacional (2008), el plan de estudios se organiza por períodos –niveles educativos, ciclos y grados– y por áreas curriculares. Los contenidos de las ciencias naturales están integrados en un área curricular denominada “Ciencia y ambiente” desde el segundo ciclo de Educación Inicial y a lo largo de la Educación Primaria, en tanto que en la Educación Secundaria se constituyen dos áreas para dar continuidad a la anterior: una es “Ciencia, tecnología y ambiente” y la otra “Educación para el trabajo”.

El DCN establece las competencias que se espera lograr cada ciclo en los diversos ámbitos o dominios de cada área curricular. Así, por ejemplo, para el ciclo II de Educación Inicial, se definen dos competencias en el área de Ciencia y ambiente que corresponden a los dos ámbitos organizadores del área:

CUADRO 10

COMPETENCIAS DEL CICLO II	
ÁREA DE CIENCIA Y AMBIENTE	
Cuerpo humano y conservación de la salud	Practica con agrado hábitos de alimentación, higiene y cuidado de su cuerpo, reconociendo su importancia para conservar su salud.
Seres vivientes, mundo físico y conservación del ambiente	Reconoce y valora la vida de las personas, las plantas y animales, las características generales de su medio ambiente, demostrando en acciones concretas interés por su cuidado y conservación.

En el DCN, cada competencia es a su vez desagregada de manera más específica en “capacidades y conocimientos” y en “actitudes”, que se describen para cada año del ciclo. Siguiendo con el ejemplo del ciclo II de Inicial, se tienen “capacidades y conocimientos” para los alumnos de tres años, cuatro años y cinco años, respectivamente, así como “actitudes” también para cada una de esas edades.

En el nivel de Educación Primaria, el área de Ciencia y ambiente tiene tres organizadores, uno más que en el Ciclo II de Educación Inicial, ya que se separa la parte de “seres vivos” de la que corresponde al “mundo físico”. El DCN establece las competencias que se espera lograr en cada ciclo y para cada uno de los tres ámbitos organizadores:

CUADRO 11

NIVEL DE EDUCACIÓN PRIMARIA COMPETENCIAS DEL ÁREA DE CIENCIA Y AMBIENTE			
Organizador	Ciclo III	Ciclo IV	Ciclo V
Cuerpo humano y conservación de la salud	Identifica las diversas partes del cuerpo humano y su funcionamiento, desarrollando hábitos de cuidado para conservar la salud.	Comprende las interrelaciones que se dan entre las funciones de relación, nutrición y reproducción del ser humano; desarrolla hábitos de cuidado y protección de su salud corporal.	Relaciona el funcionamiento de los sistemas de su cuerpo en armonía con el ambiente, valorando la práctica de higiene, prevención y seguridad integral.
Seres vivos y conservación del medio ambiente	Reconoce y valora la diversidad ecológica existente en el país, y desarrolla hábitos de cuidado y protección para la conservación del medio ambiente.	Identifica las características, mecanismos reproductivos y hábitat de los seres vivos de los ecosistemas locales, y desarrolla acciones para su cuidado y protección.	Relaciona y juzga la intervención del hombre en los ecosistemas del país y del mundo, valorando las prácticas de protección y conservación.
Mundo físico y conservación del ambiente	Identifica los cambios que se producen en el mundo físico valorando su importancia para la vida.	Experimenta, infiere y generaliza las evidencias encontradas en los cambios e interacciones de los elementos de la naturaleza desarrollando hábitos de conservación del ambiente.	Elabora, ensaya y evalúa estrategias de conservación y mejoramiento de su ambiente inmediato a partir de conceptos científicos básicos y su comprensión de las interacciones entre los seres bióticos y seres abióticos de la naturaleza.

Al igual que en Educación Inicial, las capacidades, los conocimientos y las actitudes que corresponden a cada competencia u organizador se definen para cada año o grado escolar siguiendo –según indica la fundamentación– un criterio de dificultad creciente. Sin embargo, a diferencia de lo que sucede en Educación Inicial, en la Primaria los conocimientos se separan de las capacidades y se

presentan como un listado de contenidos de las disciplinas científicas, reunidos en diez grandes temas que se distribuyen en los tres ámbitos organizadores en la forma siguiente:¹⁷

Cuerpo humano y conservación de la salud

1. Estructura y funciones del cuerpo humano
2. Tecnología y salud

Seres vivos y conservación del medio ambiente

3. Ecosistema
4. Biodiversidad
5. Tecnología y conservación de la vida

Mundo físico y conservación del ambiente

6. Materia y cambios
7. Energía, fuentes, transmisión y transferencia (luz, calor, magnetismo, electricidad, sonido)
8. Fuerza y movimiento
9. La tierra, sus características
10. Tecnología y conservación del ambiente

El DCN no explicita taxonomías de capacidades ni de actitudes análogas y paralelas a la relación de diez temas que agrupan a los conocimientos, salvo por su adscripción a cada uno de los tres ámbitos organizadores. E decir, se proponen capacidades y actitudes para cada uno de estos ámbitos: “cuerpo humano y conservación de la salud”, “seres vivos y conservación del medio ambiente”, y “mundo físico y conservación del ambiente”; sin embargo, en ninguno de los

17 En el DCN, cada uno de estos grandes temas se desagrega en temas específicos, diferentes para cada grado.

casos es posible reconocer qué criterios específicos definen la secuencia, el progreso y el grado de dificultad al pasar de un grado al siguiente.

La lectura de las capacidades indica que, en muchos casos, se trata de lo que en otros currículos se identifica como “manejo del conocimiento”, “comprensión del conocimiento” o contenidos asociados a procesos cognitivos con niveles de demanda diversos, tales como “identificar”, “diferenciar”, “aplicar”, “reconocer”, “comparar”, “clasificar”, “deducir”, “analizar”, entre otros. Pero también se encuentran enunciados que describen actividades prácticas, tales como “explora y describe...”, “practica el tratamiento de residuos sólidos”, “investiga enfermedades...”, “diseña y construye...”, “utiliza técnicas para limpieza de los sanitarios...”.

Lamentablemente, el DCN no incluye un marco conceptual que defina lo que se entiende por “capacidades”, “conocimientos” o “actitudes”, y que aclare la relación que debe existir entre estas categorías. Al parecer se asume que estas dimensiones del currículo son complementarias y se aprenden –y evalúan– por separado, ya que no todos los conocimientos enunciados en cada ámbito organizador son incluidos en el listado de capacidades del mismo ámbito.

El concepto de capacidades implícito en el área de ciencia resulta estrecho desde el punto de vista de la amplitud y diversidad de la actividad científica que debe aprender a realizar todo ciudadano o ciudadana, aún en las condiciones limitadas del ámbito escolar. Al parecer en el DCN se ha considerado la indagación y la actividad científica –desde un punto de vista tradicional– sólo como un método o procedimiento para que los estudiantes aprendan los contenidos conceptuales de la ciencia (“saber ciencia”) y no como integrantes de una dimensión cognitiva y práctica de las competencias que el estudiante debe desarrollar y dominar durante la escolaridad.

En el nivel de Educación Secundaria, el área se denomina de “Ciencia, tecnología y ambiente” y está integrada, como en el caso de la Primaria, por tres organizadores que distinguen las competencias por ciclos, como se apreciará en la tabla siguiente; luego, se enuncian –en términos más específicos– capacidades, conocimientos y actitudes esperados para cada grado escolar.

CUADRO 12

NIVEL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA COMPETENCIAS DEL ÁREA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE		
Organizador	Ciclo VI	Ciclo VII
Mundo físico, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Comprende y analiza los hechos, conceptos científicos y tecnológicos que rigen el comportamiento de los diversos procesos físicos en la naturaleza mediante la investigación y la experimentación en relación con la tecnología y el ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Investiga y comprende los conocimientos científicos y tecnológicos que rigen el comportamiento de los procesos y cambios físicos y químicos, asociados a problemas actuales de interés social y del desarrollo tecnológico.
Mundo viviente, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Comprende las relaciones existentes entre los seres vivos y su contexto para interpretar la realidad y actuar en armonía con la naturaleza. Investiga y experimenta diversos procesos biológicos y su relación con la tecnología y el ambiente con sentido crítico y creativo. 	<ul style="list-style-type: none"> Investiga y aplica los principios químicos, biológicos y físicos para la conservación y protección de la naturaleza, con una actitud científica que responda a los problemas actuales de interés social y del desarrollo tecnológico.
Salud integral, tecnología y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> Investiga y comprende los factores que afectan el equilibrio ecológico y los estilos de vida saludable, así como las implicancias del desarrollo tecnológico y los hábitos de consumo responsable. 	<ul style="list-style-type: none"> Investiga y asume los beneficios y riesgos del avance tecnológico y su efecto en la salud de manera responsable en el cuidado de su cuerpo y del ecosistema.

En lo que respecta a los conocimientos, a diferencia de lo que sucede en Primaria, en Secundaria los temas específicos que corresponden a cada organizador cambian de un grado a otro, como se puede ver a continuación.

CUADRO 13

NIVEL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA CONOCIMIENTOS DEL ÁREA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE		
Grado	Organizador	Conocimientos ¹⁸
Primero	Mundo físico, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia • Materia y energía • Exploración del universo • La Tierra
	Mundo viviente, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidad de los seres vivos • El reino planta • El reino animal • Ecosistema • Diversidad de ecosistemas
	Salud integral, tecnología y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación ambiental • Promoción de la salud • Tecnología y sociedad
Segundo	Mundo físico, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia • Movimiento y fuerza • Calor y temperatura
	Mundo viviente, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Principios inmediatos • La diversidad de la vida • La digestión y la circulación • La respiración y la excreción • Coordinación nerviosa y endocrina • Reproducción y sexualidad
	Salud integral, tecnología y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación ambiental y cambio climático • Promoción de la salud • Tecnología y sociedad
Tercero	Mundo físico, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia y tecnología • Materia y átomo • La tabla periódica • Los enlaces químicos • Compuestos inorgánicos y reacciones químicas • La química del carbono • Magnetismo y electricidad
	Mundo viviente, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Macromoléculas biológicas • Energía de los combustibles
	Salud integral, tecnología y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos geológicos • Tecnología y sociedad

18 Acá se anotan sólo los títulos generales. En el DCN, se precisan temas específicos para cada uno de estos títulos.

Grado	Organizador	Conocimientos
Cuarto	Mundo físico, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia, conocimiento • Materia
	Mundo viviente, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Composición y organización de los seres vivos • La vida en la célula • La función de nutrición • Mecanismo de regulación • Función de reproducción • Continuidad genética
	Salud integral, tecnología y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción de la salud • Origen y evolución de la vida • Equilibrio ecológico • Tecnología y sociedad
Quinto	Mundo físico, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencia, investigación • Movimiento • El trabajo mecánico, la potencia y energía • Electricidad • Electromagnetismo • Onda: sonido y luz • Fuerza • Física en el siglo XX
	Mundo viviente, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento interno de los seres vivos
	Salud integral, tecnología y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento global • Proyectos de gestión ambiental • Energías renovables

En Secundaria, el DCN diferencia dos tipos de capacidades, que están presentes en todos los grados y de manera transversal para los tres ámbitos organizadores; es decir, se proponen capacidades para cada grado pero –a diferencia de Primaria– no se formulan capacidades específicas para cada uno de los ámbitos organizadores. En cambio, en cada grado se separan dos tipos de capacidades: “Comprensión de Información” e “Indagación y Experimentación”. Como en el caso de Primaria, las capacidades incluyen tanto los procesos cognitivos implicados en la comprensión del conocimiento como las habilidades y prácticas de la indagación y la investigación científica. Sin embargo, la revisión de las capacidades listadas muestra que el concepto de capacidad no está claramente delimitado y tampoco la distinción entre “comprensión de información” e “indagación y experimentación”; por ejemplo, en el grupo de capacidades de indagación y experimentación de primer grado se incluyen las siguientes, que

conceptualmente corresponden a la comprensión del conocimiento y no a la indagación:

- “Explica el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías”
- “Analiza y explica la diversidad de los seres vivos”
- “Establece relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema”

En todos los demás grados, se encuentran ejemplos de este tipo de “capacidades”, que no corresponden al ámbito de la indagación o la experimentación. También se encuentran algunas formuladas de un modo tan general y ambiguo que difícilmente pueden ser programadas y evaluadas por los docentes, como la siguiente, planteada para segundo grado:

- “Investiga sobre diversos temas de la ciencia y la tecnología”

Por otro lado, el DCN en Secundaria ha definido un paquete genérico de actitudes, que se repite de modo idéntico en todos los grados. Es decir, se trata de una formulación que no articula las actitudes con los conocimientos o las capacidades de cada grado y ámbito organizador, y que tampoco refleja la aplicación de algún criterio de progresión vinculado a la edad de los alumnos y alumnas, o a la amplitud y complejidad creciente de los objetivos y contenidos de cada año de estudios.

Esta breve revisión crítica del DCN en el área de ciencia muestra deficiencias muy serias que exigen una pronta evaluación y renovación curricular nacional.

LOS ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE PARA EL PERÚ

El IPEBA (2011) ha elaborado un documento conceptual y operativo para orientar los procesos de construcción de estándares y mapas de progreso nacionales para el Perú. En ese documento se incluye la siguiente definición:

Los estándares de aprendizaje son expectativas de aprendizaje claras y precisas que describen lo que todo estudiante peruano debe saber, comprender y ser capaz de hacer al término de un ciclo, en las diversas áreas curriculares, y constituyen el referente que orienta la toma de decisiones pedagógicas y de gestión a nivel de aula y de sistema. Es decir, se trata de aprendizajes esenciales que le permitirán a todo estudiante continuar la escolaridad de manera satisfactoria [subrayados añadidos]. (IPEBA, 2012, 7).

El mismo documento también señala que en el Perú se ha optado por un *enfoque de progreso*, debido, principalmente, a su relación con el enfoque por competencias del DCN. En ese marco, se establece que “la propuesta nacional considera **estándares de contenido** y **estándares de desempeño**. Los primeros son descritos como **mapas de progreso del aprendizaje** y los segundos como **niveles de desempeño**” (p. 83):

Los mapas de progreso describen la dirección del crecimiento del aprendizaje en las **competencias clave** de las distintas áreas curriculares, a lo largo de la trayectoria escolar. Esta descripción muestra en forma concisa la **secuencia típica** del aprendizaje en niveles, la cual considera los procesos de desarrollo cognitivo de los estudiantes, el currículum y las evidencias respecto de los logros de aprendizaje [subrayados añadidos]. (p. 28).

En sintonía con el DCN, IPEBA ha decidido construir los mapas de progreso considerando etapas o niveles de desarrollo de cada competencia que corresponden a los ciclos de la Educación Básica Regular peruana. El documento mencionado señala lo siguiente:

Se proponen siete niveles que describan el progreso de los aprendizajes de los estudiantes desde antes de ingresar al nivel primario hasta la finalización de la Educación Básica Regular [...]. El mapa se inicia en el nivel 1. En este nivel se describen los aprendizajes de los estudiantes que se consideran previos al nivel primario. Asimismo, finaliza en el nivel 7, el cual describe los aprendizajes que están por encima de la expectativa esperada al finalizar la educación secundaria. (p. 28).

Los niveles entre el 2 y el 6 definen la expectativa de logro esperado al final de cada uno de los ciclos de la EBR: III (segundo grado de Primaria, nivel 2), IV (cuarto grado de Primaria, nivel 3), V (sexto grado de Primaria, nivel 4), VI (segundo año de Secundaria, nivel 5) y VII (quinto año de Secundaria, nivel 6).

Por su parte, los **niveles de desempeño** “son descripciones más específicas de los aprendizajes que permiten diferenciar crecientes niveles de dominio en relación a los aprendizajes señalados en el mapa de progreso, en un área, dentro de un mismo ciclo [subrayados añadidos]”. Por ello, “los niveles de desempeño se utilizan para describir el aprendizaje que muestran los estudiantes en las evaluaciones del sistema” (p. 8).

La elaboración de los mapas de progreso del área pasa por identificar:

Los dominios o competencias centrales [...] Luego, se identifican las dimensiones en cada uno de estos dominios. Las dimensiones son las variables que conforman un dominio y que progresan a lo largo del desarrollo de la competencia, por lo que su definición clara y precisa resulta fundamental para describir la progresión de los aprendizajes en los niveles a lo largo del mapa en un dominio o competencia. (p. 11)

El documento citado se refiere, asimismo, a un “marco teórico de los mapas de progreso del área”, el cual “debe señalar y definir cada dominio del área, así como las dimensiones que progresan a lo largo de cada uno de dichos dominios” (p. 11).

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE DOMINIOS (COMPETENCIAS CLAVE) PARA EL ÁREA DE CIENCIA

Un criterio inicial e ineludible para la propuesta de dominios y dimensiones para la elaboración de mapas de progreso en el Perú es la existencia de un Diseño Curricular Nacional que norma y orienta la actividad educativa escolar en todo el país. En tanto se mantenga vigente este DCN y no se realice un proceso de revisión y renovación del mismo, quienes elaboren los mapas de progreso deben considerarlo y respetarlo como un marco oficial, con sus límites y sus potencialidades.

Un segundo criterio que debe ser tomado en cuenta es la cultura curricular de los docentes peruanos, sus conocimientos y su desempeño en la implementación del currículo, así como en la evaluación de los progresos y logros de sus estudiantes. Si bien una de las funciones de los mapas de progreso es ayudar a los docentes a revisar sus objetivos, precisar bien los logros esperados y mejorar sus prácticas en la enseñanza y el aprendizaje, una propuesta de mapas de progreso que se aleje mucho de la cultura curricular vigente en el magisterio podría generar confusión y no contribuir con la mejora educativa esperada. En alguna medida, esta cultura curricular viene orientada por el DCN, y por los textos oficiales y comerciales que se utilizan en las escuelas, aunque algunos estudios han mostrado que también

subyacen creencias y prácticas que responden a currículos anteriores al actual o a las experiencias que vivieron los actuales docentes cuando eran a su vez alumnos del sistema escolar. En consecuencia, la elaboración y aplicación de los mapas de progreso debe tomar en cuenta las características reales de los docentes que los usarán como una herramienta de trabajo, no para congelar la tradición, sino para graduar y acompañar el proceso de cambio.

El DCN, como se ha visto antes, en el área de ciencia, define tres organizadores para Inicial y Primaria, y otros tres –aunque muy similares– para Secundaria. Cada organizador da lugar a una competencia para cada ciclo de la EBR (que a su vez corresponden a los niveles establecidos para los mapas de progreso) y a conjuntos de conocimientos o temas definidos por grados. También, se indican capacidades y actitudes a ser trabajadas en cada grado, aunque en el caso de Secundaria éstas son ajenas a los organizadores y transversales a ellos. Las capacidades son de dos clases: “comprensión de información” e “indagación y experimentación”. En el caso de las actitudes, no se explicita una taxonomía o clasificación que las ordene y en Secundaria se repiten las mismas en todos los grados. Es recomendable que en la nueva propuesta de mapas de progreso en el área de ciencia, los distintos elementos y aspectos del DCN mencionados puedan ser reconocidos por los docentes.

En el marco de lo anterior, se recomienda adoptar como elemento orientador la definición de competencia científica que ofrece el documento antes citado sobre la prueba PISA:

[Esta es] la capacidad de un individuo que posee conocimiento científico y lo usa para adquirir nuevos conocimientos, identificar temas científicos, explicar fenómenos y obtener conclusiones basadas en evidencias con el fin de comprender y tomar decisiones relacionadas con el mundo natural y con los cambios producidos por la actividad humana. Además, incluye la capacidad para comprender las principales características de la ciencia, entendida ésta como una forma de conocimiento y de investigación humana; para percibir el modo en que conforman el entorno material,

intelectual y cultural; así como la disposición para comprometerse como ciudadano reflexivo en problemas e ideas relacionadas con la ciencia. (México. INEE, 2008).

En esta definición pueden reconocerse los componentes de las competencias señalados por UNESCO y destacados en la obra citada de Cappe y Delforge (2010) a propósito de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Las competencias son de tres tipos, o podría decirse que abarcan tres grandes ámbitos del comportamiento humano que se han mencionado reiteradamente en el presente documento: el saber, el saber hacer y el saber ser (pp. 53-54). Todos ellos deben verse reflejados en una competencia general por ciclo o etapa, y en los dominios que se adopten para la elaboración de los mapas de progreso del área de ciencia. En este punto es conveniente repetir parte de la definición adoptada por IPEBA: “Los estándares de aprendizaje son expectativas de aprendizaje claras y precisas que describen lo que todo estudiante peruano debe saber, comprender y ser capaz de hacer al término de un ciclo, en las diversas áreas curriculares [...] [subrayados añadidos]” (pp. 53-54).

Como se ha dicho antes, el DCN ya establece las competencias o estándares del área de ciencia, que describen el comportamiento esperado al final de cada ciclo escolar en relación con cada uno de los ámbitos organizadores, tanto en Educación Inicial como en Primaria y Secundaria. Dichas competencias articulan conocimientos con capacidades y actitudes, de una manera bastante amplia y abarcadora. La formulación de esas competencias podrá ser modificada en el momento en que se emprenda un reajuste o cambio del DCN, pero por ahora deben ser respetadas como referente de los mapas de progreso.

En correspondencia con todo lo expuesto, se recomienda que la elaboración de los mapas de progreso adopte los “ámbitos organizadores” del área de ciencia del DCN como dominios o competencias centrales. Al mismo tiempo se propone que las categorías “saber ciencia”, “hacer ciencia” y “ser en y hacia la ciencia” se adopten como las dimensiones o “variables que progresan a lo largo del desarrollo de una competencia”.

Las tablas siguientes muestran los dominios y dimensiones que propone esta consultoría para que sirvan de base en la elaboración de los mapas de progreso, en Educación Inicial, Primaria y Secundaria.

CUADRO 14

EDUCACIÓN INICIAL CIENCIA Y AMBIENTE						
Etapas	Dominios					
	"Cuerpo humano y conservación de la salud"			"Seres vivos, mundo físico y conservación del ambiente"		
1. Ciclo II (Inicial)	Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)		
	Dimensiones			Dimensiones		
	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser

CUADRO 15

EDUCACIÓN PRIMARIA CIENCIA Y AMBIENTE									
Etapas	Dominios								
	"Cuerpo humano y conservación de la salud"			"Seres vivos y conservación del medio ambiente"			"Mundo físico y conservación del ambiente"		
2. Ciclo III (1°-2°)	Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)		
	Dimensiones			Dimensiones			Dimensiones		
	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser
3. Ciclo IV (3°-4°)	Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)		
	Dimensiones			Dimensiones			Dimensiones		
	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser
4. Ciclo V (5°-6°)	Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)		
	Dimensiones			Dimensiones			Dimensiones		
	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser

CUADRO 16

EDUCACIÓN SECUNDARIA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE									
Etapas	Dominios								
	"Salud integral, tecnología y sociedad"			"Mundo viviente, tecnología y ambiente"			"Mundo físico, tecnología y ambiente"		
5. Ciclo VI (1°-2°)	Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)		
	Dimensiones			Dimensiones			Dimensiones		
	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser
6. Ciclo VII (3°-4°-5°)	Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)		
	Dimensiones			Dimensiones			Dimensiones		
	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser
7. > 5°	Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)			Competencia: (ver DCN)		
	Dimensiones			Dimensiones			Dimensiones		
	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser	Saber	Hacer	Ser

Las dimensiones, a su vez, estarían basadas en los componentes de los ámbitos organizadores del DCN (conocimientos, capacidades y actitudes), complementadas con aportes de la experiencia internacional, de la siguiente manera:

1. **Saber ciencia:** tendría como contenido el listado de temas y conocimientos que el DCN define para cada grado y ámbito organizador (ver tabla más abajo), pero los ítems serían enunciados en la forma de acciones o procesos cognitivos con demanda o complejidad creciente aprovechando aquellas "capacidades" incluidas en el DCN que tienen este formato, pero complementadas por otros enunciados de "manejo del conocimiento" o "comprensión del conocimiento" (conocer, aplicar, razonar, entre otras) articulados con los conocimientos. La fuente para la complementación serán los documentos, currículos y pruebas

internacionales reseñadas en esta consultoría, en especial aquellos que organizan los contenidos y los mapas de progreso en torno a las disciplinas científicas (Chile, Inglaterra, propuesta EUA, PISA, TIMMS) y los que toman en cuenta situaciones y contextos para el aprendizaje y la evaluación (Colombia, la prueba PISA).

Se recomienda tomar en cuenta las acciones o dominios cognitivos considerados en la prueba TIMMS para la elaboración de los ítems:

Conocer

- Recordar / reconocer
- Definir
- Describir
- Ilustrar con ejemplos
- Demostrar conocimiento del uso de instrumentos científicos

Aplicar

- Comparar / contrastar / clasificar
- Usar modelos
- Relacionar
- Interpretar información
- Encontrar soluciones
- Explicar

Razonar

- Analizar
- Integrar / sintetizar
- Hipotetizar / predecir
- Diseñar
- Extraer conclusiones
- Generalizar
- Evaluar
- Justificar

También es conveniente tomar en cuenta las diferencias entre tipos de conocimientos, ya que una cosa es recordar datos y otra muy distinta es comprender y razonar aplicando conceptos, teorías, leyes o principios (Quineche, 2010).

Por otro lado, en la revisión de las experiencias y propuestas internacionales de estándares y evaluación de ciencia, se ha encontrado que la dimensión de “saber ciencia” incluye, además de los contenidos de las disciplinas científicas, un conjunto de elementos transversales que no corresponden en particular a alguno de los organizadores temáticos. En Australia, por ejemplo, se mencionan seis ejes temáticos que cruzan las disciplinas científicas específicas:

- Patrones, orden y organización
- Forma y función
- Estabilidad y cambio
- Escalas y medición
- Materia y energía
- Sistemas

Si bien estos contenidos transversales no son mencionados como tales en el DCN, se sugiere tenerlos presentes al momento de definir los ítems de esta dimensión en los mapas de progreso.

Los conocimientos previstos en el DCN para los niveles de Educación Primaria y Secundaria, se agrupan en los temas por ciclo y por grado (Secundaria) que se listan en la tabla siguiente. Estos son parte de los insumos para la dimensión “Saber ciencia” en cada uno de los dominios de los mapas de progreso.

CUADRO 17

EDUCACIÓN BÁSICA REGULAR SABER CIENCIA		
Dominio	Temas Primaria ¹⁹	Temas Secundaria ²⁰
Mundo físico, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Materia y cambios • Energía, fuentes, transmisión y transferencia (luz, calor, magnetismo, electricidad, sonido). • Fuerza y movimiento. • La tierra, sus características. • Tecnología y conservación del ambiente. 	1.º: <ul style="list-style-type: none"> • Ciencia • Materia y energía • Exploración del universo • La Tierra 2.º: <ul style="list-style-type: none"> • Ciencia • Movimiento y fuerza • Calor y temperatura 3.º: <ul style="list-style-type: none"> • Ciencia y tecnología • Materia y átomo • La tabla periódica • Los enlaces químicos • Compuestos inorgánicos y reacciones químicas • La química del carbono • Magnetismo y electricidad 4.º: <ul style="list-style-type: none"> • Ciencia, conocimiento • Materia 5.º: <ul style="list-style-type: none"> • Ciencia, investigación • Movimiento • El trabajo mecánico, la potencia y energía • Electricidad • Electromagnetismo • Onda: sonido y luz • Fuerza • Física en el siglo XX

19 En el DCN cada uno de estos grandes temas se desagrega en temas específicos, diferentes para cada grado.

20 Acá se anotan sólo los títulos generales. En el DCN se señalan temas específicos para cada uno de estos títulos en cada grado.

Dominio	Temas Primaria	Temas Secundaria
Mundo vivo, tecnología y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistema • Biodiversidad • Tecnología y conservación de la vida 	<p>1.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diversidad de los seres vivos • El reino planta • El reino animal • Ecosistema • Diversidad de ecosistemas <p>2.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principios inmediatos • La diversidad de la vida • La digestión y la circulación • La respiración y la excreción • Coordinación nerviosa y endocrina • Reproducción y sexualidad <p>3.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Macromoléculas biológicas • Energía de los combustibles <p>4.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composición y organización de los seres vivos • La vida en la célula • La función de nutrición • Mecanismo de regulación • Función de reproducción • Continuidad genética <p>5.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Movimiento interno de los seres vivos
[Cuerpo humano], salud integral, tecnología y sociedad	Estructura y funciones del cuerpo humano Tecnología y salud	<p>1.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación ambiental • Promoción de la salud • Tecnología y sociedad <p>2.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación ambiental y cambio climático • Promoción de la salud • Tecnología y sociedad <p>3.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos geológicos • Tecnología y sociedad <p>4.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoción de la salud • Origen y evolución de la vida • Equilibrio ecológico • Tecnología y sociedad <p>5.º:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento global • Proyectos de gestión ambiental • Energías renovables

2. Hacer ciencia: tendría como contenido, en primer lugar, a aquellos ítems del rubro de “capacidades” del DCN que se refieren a la indagación y las prácticas de la ciencia, que se deberían articular con algunos de los

temas y contenidos de conocimiento de cada uno de los dominios. El desarrollo de esta dimensión debe hacerse aprovechando los aportes de los documentos revisados para esta consultoría, en particular aquellos que muestran un tratamiento más completo de las habilidades de indagación y las prácticas de la ciencia (Chile, Australia, EUA, Francia). En ellos se señala que estas habilidades y prácticas consideran las fases del trabajo de los investigadores (inicio y planificación; ejecución y registro; análisis e interpretación; comunicación) y que ellas se desarrollan desde el nivel de novato hasta el de experto.

Se recomienda tomar en cuenta la propuesta incluida en el ramal de Habilidades de indagación científica del nuevo currículo de Australia, que incluye:

- Preguntar y predecir (hipótesis o conjeturas)
- Planear y realizar investigaciones
- Procesar, analizar e interpretar datos e información (evidencias)
- Evaluar las evidencias y las afirmaciones, verificar ideas
- Formular conclusiones válidas y argumentos basados en evidencias
- Comunicar los resultados

El documento australiano (Australia. ACARA, 2010b) señala lo siguiente: Las investigaciones pueden involucrar una diversidad de actividades, incluyendo ensayos experimentales, trabajo de campo, búsqueda y uso de fuentes de información, realización de estudios, aplicación del modelado y las simulaciones; la elección del enfoque dependerá del contexto y el objeto de la investigación. La colección y el análisis de los datos se puede hacer mediante tablas, gráficos, flujogramas, diagramas, textos, esquemas, hojas de cálculo o bases de datos.

Otro aspecto a tomar en cuenta al desarrollar esta dimensión en cada uno de los dominios propuestos es la distinción que hace Quineche (2010) entre “técnica” y “estrategia” al analizar la parte procedimental de la competencia científica:

El uso eficaz de una estrategia depende en buena medida del dominio de un conjunto de técnicas que la componen, de recursos cognitivos para

ejercer el control y de un cierto grado de reflexión consciente o metacognoscimiento de la acción. También es necesario el conocimiento del área donde se aplicará la estrategia y otros recursos del dominio actitudinal que crean condiciones favorables a la ejecución de la estrategia [...]

En general, el aprendizaje de los procedimientos parece seguir una secuencia que va desde la adquisición del dominio de una técnica, en forma de rutinas más o menos automatizadas, hasta el uso estratégico de técnicas en nuevas combinaciones para enfrentar problemas auténticamente nuevos. (2010, p. 103)

Asimismo, para resolver el problema de la secuenciación de esta dimensión de “hacer ciencia” al elaborar los mapas de progreso, se sugiere considerar las fases de aprendizaje de los procedimientos que propone el mismo autor:

- a) presentación de instrucciones,
- b) automatización de la técnica,
- c) aplicación a nuevas tareas y contextos, y
- d) transferencia del control de las tareas a los estudiantes.

Las dos primeras están dirigidas a promover el uso técnico, las dos últimas impulsan su aplicación en el marco de estrategias más amplias.

Como señala el autor:

Aunque estas cuatro fases respondan a una secuencia de construcción, y por tanto deberían orientar la secuenciación de los contenidos procedimentales en el currículo de ciencias, no deben entenderse como fases sucesivas, sino que tendría que existir un cierto solapamiento e incluso un continuo ir y venir entre estas fases, a medida que se vayan detectando dificultades en el aprendizaje. (2010, p. 103)

3. Ser en y hacia la ciencia: la primera fuente para esta dimensión deben ser las “actitudes” incluidas en el DCN. En Inicial y Primaria, se proponen

actitudes diferentes para cada ámbito organizador al interior de cada grado; en cambio, en Secundaria, se presenta una lista única de ocho actitudes que se repite en todos los grados:

- Demuestra curiosidad en las prácticas de campo.
- Participa en los trabajos de investigación de manera creativa.
- Cuida y protege su ecosistema.
- Muestra iniciativa e interés en los trabajos de investigación.
- Valora el uso de lenguaje de la ciencia y la tecnología.
- Propone alternativas de solución frente a la contaminación del ambiente.
- Valora los aprendizajes desarrollados en el área como parte de su proceso formativo.
- Valora la biodiversidad existente en el país.

Esta dimensión alude a las motivaciones, las actitudes y los valores que se espera que vayan logrando y demostrando los estudiantes a lo largo de la escolaridad y al final de la EBR, respecto a la ciencia misma y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia. Estas características deben irse desarrollando articuladas con los conocimientos y las prácticas de la ciencia, no al margen de ellos. El DCN no explicita una taxonomía o definición que facilite el agrupamiento y el ordenamiento progresivo de estos elementos del “ser”, por lo que se debe proceder a una mejor delimitación y descripción tomando en cuenta criterios conceptuales y los aportes de los documentos curriculares revisados. Como ya se ha dicho, este tema está poco desarrollado en los currículos de los países seleccionados.

Es importante el desarrollo de la curiosidad y del interés de los estudiantes por conocer y convivir apropiadamente con la naturaleza y la tecnología. Al mismo tiempo, la actividad científica se sustenta en valores tales como el respeto irrestricto a la verdad, que implica registrar y comunicar escrupulosamente sus procesos y resultados evitando toda falsedad o distorsión en la descripción de los procedimientos o en la presentación de los datos. Igualmente, supone el reconocimiento del saber precedente y de la autoría intelectual evitando

el plagio, la suplantación o la apropiación de conocimientos producidos previamente por otros científicos. Este tipo de valores son igualmente exigidos en la ciencia escolar y deben expresarse en las actitudes de los estudiantes como parte de su propio desarrollo moral y de su integración progresiva a una sociedad de ciudadanos responsables.

Esta dimensión de la competencia científica también debe considerar de manera expresa el desarrollo de valores y de juicio crítico en relación con aspectos controversiales de la ciencia y la tecnología, así como actitudes claras con respecto a efectos positivos, riesgos y efectos negativos –o potencialmente negativos– de la ciencia o la tecnología sobre la naturaleza, la sociedad o las personas. Todo ciudadano o ciudadana debe estar preparado para pensar de forma crítica e independiente, tomar decisiones y actuar correctamente en relación con la sostenibilidad del ambiente natural y con respecto a las implicancias de la ciencia y la tecnología en la vida social.

En el documento chileno se enuncia como propósito que los estudiantes se orienten hacia la reflexión científica, la metacognición y el despliegue de actitudes valoradas en el quehacer científico, entre las cuales se indican las siguientes:

- cuidado y seguridad en el trabajo experimental;
- el trabajo colaborativo;
- el rigor intelectual;
- la honestidad en la ejecución de una investigación;
- la preocupación por las implicancias éticas, sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología;
- veracidad y criticidad;
- aceptación de consejos y críticas; y
- respeto y cuidado del entorno natural, entre otras.

Se espera que los alumnos y alumnas desarrollen estas actitudes en forma integrada con los contenidos propios de los ejes temáticos de cada uno de los niveles.

Por otro lado, en algunos de los documentos internacionales revisados para esta consultoría, ciertos aspectos éticos o políticos relacionados con la actividad científica y sus consecuencias son tratados como contenidos, o temas conceptuales, y no como una dimensión valorativa o actitudinal de la competencia científica. Tal es el caso de la nueva propuesta curricular de Australia, en la que una de las tres áreas del programa de ciencias naturales se denomina la “Ciencia como emprendimiento humano”, que incluye la discusión sobre la naturaleza y desarrollo de la ciencia, sus aplicaciones e influencia en la naturaleza y la sociedad.

Del mismo modo, en la propuesta del Consejo Nacional de Investigación de las Academias de Ciencias de Estados Unidos de América se incluye este aspecto de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad en la dimensión de las disciplinas científicas; es decir, se considera como contenido conceptual o temático. El capítulo sobre Ciencias de la Tierra y el espacio incluye la unidad “La Tierra y la actividad humana”, dentro de la cual se tratan los temas “Impacto de los humanos en los sistemas de la Tierra” y “Cambio climático global”. Al mismo tiempo, en el capítulo sobre Ingeniería, tecnología y aplicaciones de la ciencia se encuentra la unidad “Vínculos entre ingeniería, tecnología, ciencia y sociedad”, que incluye el tema “Influencia de la ingeniería, tecnología y ciencia en la sociedad y el mundo natural”. Como ya se ha dicho, en esa propuesta para nuevos estándares de ciencia en EUA no se considera una dimensión separada que corresponda a las actitudes y los valores.

Finalmente, las tablas siguientes muestran la estructura de los dominios y los elementos de las tres dimensiones que deben ser tomadas en cuenta en la formulación de los mapas de progreso de cada dominio, en cada nivel y ciclo escolar.

Educación Inicial:

CUADRO 18

EDUCACIÓN INICIAL CIENCIA Y AMBIENTE DOMINIO: “CUERPO HUMANO Y CONSERVACIÓN DE LA SALUD”			
Etapas	Dimensiones		
	Saber ciencia	Hacer ciencia	Ser en y hacia la ciencia
1. Ciclo II (Inicial)	<ul style="list-style-type: none"> Conocimientos y capacidades DCN 	<ul style="list-style-type: none"> Capacidades DCN Habilidades de indagación 	<ul style="list-style-type: none"> Actitudes del DCN Motivaciones, actitudes y valores respecto a la ciencia y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia

CUADRO 19

EDUCACIÓN INICIAL CIENCIA Y AMBIENTE DOMINIO: “SERES VIVIENTES, MUNDO FÍSICO Y CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE”			
Etapas	Dimensiones		
	Saber ciencia	Hacer ciencia	Ser en y hacia la ciencia
1. Ciclo II (Inicial)	<ul style="list-style-type: none"> Conocimientos y capacidades DCN 	<ul style="list-style-type: none"> Capacidades DCN Habilidades de indagación 	<ul style="list-style-type: none"> Actitudes del DCN Motivaciones, actitudes y valores respecto a la ciencia y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia

Educación Primaria:

CUADRO 20

EDUCACIÓN PRIMARIA CIENCIA Y AMBIENTE DOMINIO: “CUERPO HUMANO Y CONSERVACIÓN DE LA SALUD”			
Etapas	Dimensiones		
	Saber ciencia	Hacer ciencia	Ser en y hacia la ciencia
2. Ciclo III (1°-2°)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos DCN • Capacidades DCN • Comprensión del conocimiento (conocer, aplicar, razonar) (PISA) • Situaciones y contextos (PISA) 	Capacidades DCN Habilidades de indagación	Actitudes del DCN Motivaciones, actitudes y valores respecto a la ciencia y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia
3. Ciclo IV (3°-4°)	• Idem	• Idem	• Idem
4. Ciclo V (5°-6°)	• Idem	• Idem	• Idem

CUADRO 21

EDUCACIÓN PRIMARIA CIENCIA Y AMBIENTE DOMINIO: “SERES VIVIENTES Y CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE”			
Etapas	Dimensiones		
	Saber ciencia	Hacer ciencia	Ser en y hacia la ciencia
2. Ciclo III (1°-2°)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos DCN • Capacidades DCN • Comprensión del conocimiento (conocer, aplicar, razonar) (PISA) • Situaciones y contextos (PISA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades DCN • Habilidades de indagación 	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes del DCN • Motivaciones, actitudes y valores respecto a la ciencia y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia
3. Ciclo IV (3°-4°)	• Idem	• Idem	• Idem
4. Ciclo V (5°-6°)	• Idem	• Idem	• Idem

CUADRO 22

EDUCACIÓN PRIMARIA CIENCIA Y AMBIENTE DOMINIO: “MUNDO FÍSICO Y CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE”			
Etapas	Dimensiones		
	Saber ciencia	Hacer ciencia	Ser en y hacia la ciencia
2. Ciclo III (1°-2°)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos DCN • Capacidades DCN • Comprensión del conocimiento (conocer, aplicar, razonar) (PISA) • Situaciones y contextos (PISA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades DCN • Habilidades de indagación 	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes del DCN • Motivaciones, actitudes y valores respecto a la ciencia y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia
3. Ciclo IV (3°-4°)	• Idem	• Idem	• Idem
4. Ciclo V (5°-6°)	• Idem	• Idem	• Idem

Educación Secundaria:

CUADRO 23

EDUCACIÓN SECUNDARIA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE DOMINIO: “MUNDO FÍSICO, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE”			
Etapas	Dimensiones		
	Saber ciencia	Hacer ciencia	Ser en y hacia la ciencia
5. Ciclo VI (1°-2°)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos DCN • Capacidades DCN • Comprensión del conocimiento (conocer, aplicar, razonar) (PISA) • Situaciones y contextos (PISA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades DCN • Habilidades de indagación 	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes del DCN • Motivaciones, actitudes y valores respecto a la ciencia y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia
6. Ciclo VII (3°- 4°-5°)	• Idem	• Idem	• Idem
7. > 5°	• Idem	• Idem	• Idem

CUADRO 24

EDUCACIÓN SECUNDARIA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE DOMINIO: “MUNDO VIVIENTE, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE”			
Etapas	Dimensiones		
	Saber ciencia	Hacer ciencia	Ser en y hacia la ciencia
5. Ciclo VI (1°-2°)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos DCN • Capacidades DCN • Comprensión del conocimiento (conocer, aplicar, razonar) (PISA) • Situaciones y contextos (PISA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades DCN • Habilidades de indagación 	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes del DCN • Motivaciones, actitudes y valores respecto a la ciencia y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia
6. Ciclo VII (3°- 4°-5°)	• Idem	• Idem	• Idem
7. > 5°	• Idem	• Idem	• Idem

CUADRO 25

EDUCACIÓN SECUNDARIA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE DOMINIO: “SALUD INTEGRAL, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD”			
Etapas	Dimensiones		
	Saber ciencia	Hacer ciencia	Ser en y hacia la ciencia
5. Ciclo VI (1°-2°)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos DCN • Capacidades DCN • Comprensión del conocimiento (conocer, aplicar, razonar) (PISA) • Situaciones y contextos (PISA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades DCN • Habilidades de indagación 	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes del DCN • Motivaciones, actitudes y valores respecto a la ciencia y la tecnología, hacia la naturaleza, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia
6. Ciclo VII (3°- 4° - 5°)	• Idem	• Idem	• Idem
7. > 5°	• Idem	• Idem	• Idem

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achieve. (2010). *International science benchmarking report: taking the lead in science education: forging next generation science standard: executive summary*. Washington.
- Adam, Lise, Jean Claude Arrouge, Jean Michel Bérard, y otros. (2002). *Proyecto LAMAP: proyecto educativo para aprender y vivir la ciencia en la escuela*. Mountrouge: P.A.U. Education.
- Australia. Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority – ACARA. (2011). *The Australian curriculum: science: foundation to year 10*. <http://www.acara.edu.au/verve/_resources/Information_Sheet_Science_2011.pdf>
- Australia. Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority - ACARA. (2010a). "F-10 curriculum: sciences: aims". *Australian Curriculum*. <<http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Aims>>
- Australia. Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority - ACARA. (2010b). "F-10 curriculum: sciences: content structure". *Australian Curriculum*. <<http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Content-structure>>
- Australia. Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority - ACARA. (2010c). "F-10 curriculum: sciences: science across Foundation to Year 12". *Australian Curriculum*. <<http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Science-across-foundation-to-year-12>>

- Australia. Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority - ACARA. (2010d). "F-10 curriculum: sciences: the overarching ideas". *Australian Curriculum*. <<http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/The-overarching-ideas>>
- Australia. Curriculum Council. (2005). *Curriculum framework progress maps: science*. Osborne Park (Western Australia).
- Cappe, G. y P. Delforge. (2010). "La enseñanza de las ciencias naturales: una entrada privilegiada para la educación para el desarrollo sostenible". Marticorena Castillo, Benjamín y otros. *La enseñanza de las ciencias naturales: reflexiones y estrategias pedagógicas*. Lima: Derrama Magisterial.
- Chevallard, Yves. (1991). *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble (Francia): La Pensée Sauvage.
- Chile. Ministerio de Educación. (2005). *Bases curriculares de la Educación Parvularia*. Santiago: El Ministerio.
- Chile. Ministerio de Educación (2009). *Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la Educación Básica y Media*. Actualización 2009. Santiago: El Ministerio.
- Chile. Ministerio de Educación. Unidad de Currículum y Evaluación. (2009a). *Fundamentos del ajuste curricular en el sector de Ciencias Naturales*. Santiago: El Ministerio.
- Chile. Ministerio de Educación. Unidad de Currículum y Evaluación. (2009b). *Mapas de progreso del aprendizaje: sector ciencias naturales: mapa de progreso de organismos, ambiente y sus interacciones*. Santiago: Ministerio de Educación.

- Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas: guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Bogotá: El Ministerio.
- Delors, Jacques. (1996). *La educación encierra un tesoro: informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI*. Madrid: Unesco; Santillana.
- Ferrer, Guillermo. (2007). *Estudio comparado internacional sobre procesos de elaboración e implementación de estándares de currículum en América Latina: informe final*. Santiago: PREAL. Grupo de Trabajo sobre Estándares y Evaluación.
- Furió, C. y A. Vilches. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. Del Carmen, Luis (coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- González Moreyra, Raúl. (2005). "Algunas bases psico-educativas para la enseñanza de las ciencias". González Moreyra, R. (comp.). *Currículum: lineamientos básicos. Obras completas*, Vol. II. Lima.
- Inglaterra. Department for Education and Employment - DEE, e Inglaterra. Qualifications and Curriculum Authority – QCA. (2004). *Science: the National Curriculum for England: key stages 1–4*. London.
- Jhoncon, Jorge y Carmen Mayorga. (2010). "La enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas de Educación Básica Regular". Marticorena Castillo, Benjamín y otros. *La enseñanza de las ciencias naturales: reflexiones y estrategias pedagógicas*. Lima: Derrama Magisterial.

León-Velarde, F. y Hugo Flores. (2010). "La investigación científica para escolares". Marticorena Castillo, Benjamín y otros. *La enseñanza de las ciencias naturales: reflexiones y estrategias pedagógicas*. Lima: Derrama Magisterial.

Leymonié Sáenz, Julia. (2009). *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales: Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO; Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación – LLECE.

Marticorena Castillo, Benjamín. (2010). "Las ciencias naturales y su enseñanza en la escuela". Marticorena Castillo, Benjamín y otros. *La enseñanza de las ciencias naturales: reflexiones y estrategias pedagógicas*. Lima: Derrama Magisterial.

México. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación - INEE. (2008). *PISA en el aula: ciencias*. México.

Mullis, Ina V.S., Michael O. Martin, Graham J. Ruddock, Christine O'Sullivan, y Corinna Preushoff. (2009). *TIMMS 2011: assessment frameworks*. Boston: TIMMS & PIRLS.

Näslund-Hadley, Emma. (2010). *La enseñanza de la matemática y las ciencias naturales en América Latina y el Caribe*. Informe resumen del Seminario de Matemática y Ciencias Naturales Un Comienzo Igual. Washington: BID. <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35285125>>

Estados Unidos. National Academy of Sciences. (2011). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: National Research Council of the National Academies

Organization for Economic Co-operation and Development – OECD. (2009). *PISA 2009: assessment framework: key competencies in reading, mathematics and science*.

- Perú. Instituto Peruano de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad de la Educación Básica – IPEBA. (2011). *Estándares de aprendizaje: ¿de qué estamos hablando?* Lima: IPEBA.
- Perú. Ministerio de Educación - MED. (2008). *Diseño Curricular Nacional de la Educación Básica Regular*. Lima: MED.
- Perú. Ministerio de Educación - MED. Unidad de Medición de la Calidad Educativa – UMC. (2010). *Resultados de la Evaluación PISA 2009* [diapositivas]. Lima.
- Quineche, Daniel. (2010). "El aprendizaje de la ciencia en los escolares". Marticorena Castillo, Benjamín y otros. *La enseñanza de las ciencias naturales: reflexiones y estrategias pedagógicas*. Lima: Derrama Magisterial.
- Valdés, Héctor, coord. (2008). *Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe: primer reporte de resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE)*. Santiago: UNESCO. OREALC; Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación – LLECE.
- Valverde, Gilbert y Emma Näslund-Hadley. (2010). *La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe*. BID. <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35547376>>

COMPETENCIAS CIENTÍFICAS

¿Cómo abordar los estándares de aprendizaje de ciencias?

Este documento determina las metas que debe plantearse el Perú en cuanto al desarrollo de la competencia científica y cual es la forma más conveniente de organizarla; dicha competencia debe estar enmarcada en la equidad, igualdad, respeto y acceso a la ciencia y tecnología.

El análisis y revisión sobre las demandas en ciencias a nivel mundial brinda insumos a los mapas de progreso que se vienen elaborando en IPEBA, incluye los resultados obtenidos en las pruebas PISA y como abordar la alfabetización científica países como Australia, Inglaterra, Colombia, Singapur, Canadá y Chile.

Finalmente, se presentan los Mapas de Progreso como un documento que constituye el referente que orienta la toma de decisiones pedagógicas y de gestión a nivel de aula y de sistema.



SERIE
ESTUDIOS Y EXPERIENCIAS