

# Estudio comparativo de la propuesta curricular de ciencias en la educación obligatoria en México y otros países



Estudios e  
investigaciones

**INEE**  
Instituto Nacional para la  
Evaluación de la Educación  
México

**Estudio comparativo de la propuesta curricular de ciencias  
en la educación obligatoria en México y otros países**

Primera edición, 2017

ISBN: en trámite

**Coordinadores**

Rebeca Reynoso Angulo

José Antonio Chamizo Guerrero

**Autores**

José Antonio Chamizo Guerrero

José Luis Blancas Hernández

Rebeca Reynoso Angulo

Lourdes Margarita Aguilar Choza

**Asistentes de investigación**

Sirio Bolaños

Alicia Martínez

Yosajandi Pérez

D. R. © Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación  
Barranca del Muerto 341, San José Insurgentes, Benito Juárez, 03900, Ciudad de México.

**Coordinación editorial**

Blanca Estela Gayosso Sánchez

**Corrección de estilo**

Carlos Garduño González

Hugo Soto de la Vega

**Diseño**

Heidi Puon Sánchez

**Formación**

Martha Alfaro Aguilar

Hecho en México.

Distribución gratuita. Prohibida su venta.

Consulte el catálogo de publicaciones en línea: [www.inee.edu.mx](http://www.inee.edu.mx)

Publicación a cargo de la Dirección General de Evaluación de la Oferta Educativa. El contenido, la presentación, así como la disposición en conjunto y de cada página de esta obra son propiedad del INEE. Se autoriza su reproducción por cualquier sistema mecánico o electrónico para fines no comerciales. Cítese de la siguiente manera:

Reynoso Angulo, R. y Chamizo Guerrero, J.A. (coords.) (2017). *Estudio comparativo de la propuesta curricular de ciencias en la educación obligatoria en México y otros países*. México: INEE.

El presente documento fue elaborado por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) a partir de los resultados del "Estudio comparativo de la propuesta curricular de México y algunos países en el área de Ciencias Naturales" realizado en el marco del Cuarto Convenio Específico de Colaboración al Convenio General INEE/DGAJ/03/04/2014, suscrito entre este Instituto y la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el cual se realizó bajo la coordinación del doctor José Antonio Chamizo Guerrero entre septiembre de 2014 y abril de 2015. Asimismo, se retomaron las aportaciones derivadas del "Estudio exploratorio sobre opiniones y prácticas de docentes y directivos acerca del diseño e implementación del currículo de ciencias en la educación obligatoria en México", realizado bajo la coordinación de la maestra Julia Flores Dávila, del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, mediante el Tercer Convenio Específico de Colaboración derivado del Convenio General INEE/DGAJ/03/04/2014.

# Índice

8	<b>Presentación</b>
10	<b>Introducción</b>
14	<b>1. Sobre la estrategia de evaluación del currículo de ciencias naturales</b>
	1.1. El sentido de enseñar ciencias naturales en la escuela: hacia una alfabetización científica básica
17	1.2. Características de la perspectiva comparada
20	1.3. Metodología utilizada. Construcción y operacionalización de los ejes de comparación
21	1.3.1. Eje 1. Naturaleza de la ciencia
22	1.3.2. Eje 2. Contexto
24	1.3.3. Eje 3. Trabajos prácticos
25	1.3.4. Eje 4. Evaluación del aprendizaje
26	1.3.5. Eje 5. Estructura sustantiva de las propuestas curriculares
31	1.4. Criterios para la selección de las propuestas curriculares consideradas en el estudio
35	<b>2. Generalidades y características del currículo de ciencias naturales en México</b>
	2.1. Marco legal y características de la educación obligatoria en México
40	2.2. El currículo de la educación obligatoria en México y sus orientaciones pedagógicas
48	2.3. La propuesta curricular para enseñar ciencias naturales en la educación obligatoria en México
	2.3.1. ¿Para qué enseñar ciencias naturales?
60	2.3.2. ¿Qué enseñar de las ciencias naturales?
71	2.3.3. ¿Cómo se enseñan las ciencias naturales?
82	<b>3. Una mirada comparativa de las propuestas curriculares para la enseñanza de las Ciencias</b>
	3.1. ¿Para qué se enseña ciencias naturales en otros países?
83	3.1.1. La propuesta curricular de Brasil
86	3.1.2. La propuesta curricular de Chile
89	3.1.3. La propuesta curricular de Corea del Sur
91	3.1.4. La propuesta curricular del Proyecto 2061 en Estados Unidos de América
94	3.1.5. La propuesta curricular de Holanda
98	3.1.6. Comentarios generales

101	3.2. ¿Qué se enseña de las ciencias naturales en otros países?
	3.2.1. La propuesta curricular de Brasil
102	3.2.2. La propuesta curricular de Chile
109	3.2.3. La propuesta curricular de Corea del Sur
111	3.2.4. La propuesta curricular del Proyecto 2061 de Estados Unidos de América
113	3.2.5. La propuesta curricular de Holanda
114	3.2.6. Comentarios generales
121	3.3. ¿Cómo se enseñan y evalúan las ciencias naturales en otros países?
122	3.3.1. La propuesta curricular de Brasil
125	3.3.2. La propuesta curricular de Chile
129	3.3.3. La propuesta curricular de Corea del Sur
131	3.3.4. La propuesta curricular del Proyecto 2061 de Estados Unidos de América
134	3.3.5. La propuesta curricular de Holanda
136	3.3.6. Comentarios generales
141	<b>4. Reflexiones finales</b>
154	<b>Referencias</b>
164	<b>Anexo 1. Estructura curricular paradigmática</b>
165	<b>Anexo 2. Resultados de la aplicación de los ejes de comparación</b>
199	<b>Anexo 3. Descripción de los sistemas educativos de los países considerados</b>
	Brasil
203	Chile
208	Corea del Sur
211	Estados Unidos de América
213	Holanda
216	México

# Índice de tablas y figuras

## Figuras

### Capítulo 1

- 18 Figura 1.1. La mirada comparativa en educación

## Tablas

### Capítulo 1

- 30 Tabla 1.1. Relación entre ejes de comparación y preguntas curriculares  
32 Tabla 1.2. Indicadores de los países considerados en el análisis comparativo

### Capítulo 2

- 35 Tabla 2.1. La educación obligatoria en México  
39 Tabla 2.2. Grado de marginación en el Sistema Educativo Nacional

### Capítulo 3

- 111 Tabla 3.1. Número de unidades dedicadas a cada disciplina científica en el currículo de Corea del Sur  
117 Tabla 3.2. Comparativo de las unidades temáticas que se proponen en los currículos para enseñar ciencias

## Cuadros

### Capítulo 1

- 34 Cuadro 1.1. Comparación de los niveles de educación obligatoria  
34 Cuadro 1.2. Comparación de la denominación de las asignaturas asociadas a Ciencias Naturales

### Capítulo 2

- 41 Cuadro 2.1. Rasgos del perfil de egreso que logrará el estudiante al final de la educación obligatoria  
42 Cuadro 2.2. Principios pedagógicos que sustentan el Plan de Estudios 2011  
45 Cuadro 2.3. Mapa curricular de la educación básica 2011  
46 Cuadro 2.4. Competencias genéricas para la educación media superior  
48 Cuadro 2.5. Campos disciplinares de educación media superior  
52 Cuadro 2.6. Competencias para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación básica  
52 Cuadro 2.7. Estándares curriculares de Ciencias Naturales en la educación básica  
54 Cuadro 2.8. Competencias del campo disciplinar Ciencias Experimentales para EMS  
55 Cuadro 2.9. Intenciones educativas DGB  
56 Cuadro 2.10. Intenciones educativas DGETI  
57 Cuadro 2.11. Intenciones educativas CONALEP  
57 Cuadro 2.12. Intenciones educativas ENP  
58 Cuadro 2.13. Intenciones educativas CCH

61	Cuadro 2.14. Aprendizajes esperados preescolar
62	Cuadro 2.15. Bloques de contenidos para primaria
64	Cuadro 2.16. Bloques de estudio para las asignaturas de Ciencias. Secundaria
65	Cuadro 2.17. Bloques temáticos propuestos para cada asignatura de la DGB asociada al campo de las Ciencias Experimentales
66	Cuadro 2.18. Bloques temáticos propuestos para cada asignatura de la DGETI asociada al campo de las Ciencias Experimentales
66	Cuadro 2.19. Unidades de aprendizaje propuestas para cada asignatura del CONALEP asociada al campo de las Ciencias Experimentales
67	Cuadro 2.20. Unidades de aprendizaje propuestas para cada asignatura de la ENP asociada al campo de las Ciencias Experimentales
67	Cuadro 2.21. Unidades de aprendizaje propuestas para cada asignatura del CCH asociada al campo de las Ciencias Experimentales
72	Cuadro 2.22. La evaluación en preescolar

### Capítulo 3

97	Cuadro 3.1. Aspectos fundamentales de la enseñanza de las ciencias en Holanda
99	Cuadro 3.2. Síntesis del “para qué enseñar las ciencias naturales”
103	Cuadro 3.3. La naturaleza de la ciencia en el currículo de Chile
105	Cuadro 3.4. Temas por eje temático y nivel educativo propuestos en el currículo de Ciencias Naturales de Chile
110	Cuadro 3.5. Bloques temáticos para la enseñanza de las ciencias en Corea del Sur
112	Cuadro 3.6. Conocimientos básicos acerca del mundo propuestos por el Proyecto 2061
116	Cuadro 3.7. Condensado de las ideas en torno a la naturaleza de la ciencia presentes en las propuestas curriculares analizadas
118	Cuadro 3.8. Comparativo de los contenidos de enseñanza propuestos en los currículos de carácter nacional

### Anexo 1

164	Cuadro 1.1a. Estructura Curricular Paradigmática de las ciencias naturales en México
-----	--

### Anexo 2

165	Cuadro 2.1a. La propuesta curricular de Brasil
168	Cuadro 2.2a. La propuesta curricular de Chile
179	Cuadro 2.3a. La propuesta curricular de República de Corea (Corea del Sur)
186	Cuadro 2.4a. La propuesta curricular del Proyecto 2061 (Estados Unidos de América)
187	Cuadro 2.5a. La propuesta curricular de Holanda
189	Cuadro 2.6a. La propuesta curricular de México

### Anexo 3

200	Cuadro 3.1a. Sistema educativo previo a la educación superior de Brasil
204	Cuadro 3.2a. Sistema educativo preuniversitario de Chile
209	Cuadro 3.3a. Sistema educativo previo a la educación superior de Corea del Sur
213	Cuadro 3.4a. Sistema educativo previo a la educación superior de Estados Unidos de América
214	Cuadro 3.5a. Sistema educativo previo a la educación superior de Holanda
218	Cuadro 3.6a. Sistema educativo previo a la educación superior de México
220	Cuadro 3.7a. Estructura curricular general de Chile, Corea del Sur y México



# Presentación

---

El currículo es el espacio en el que se explicitan de manera formal los aprendizajes que se quieren promover en la educación escolar para que los individuos puedan tener un desarrollo personal, así como participar en la sociedad de la cual forman parte; ahí también se plantean las orientaciones que habrán de guiar el proceso educativo. Lo planteado en el currículo es referente clave para definir recursos para las escuelas (infraestructura, los materiales didácticos, tiempo, personal docente), formas para el trabajo docente y para la promoción de los procesos de aprendizaje, así como las políticas de mejoramiento de la calidad educativa.

A pesar de la centralidad del currículo en el trabajo de las escuelas, el interés por evaluarlo es reciente. La Reforma Educativa del 2013 señaló a los contenidos y métodos educativos como componentes del sistema, y al mismo tiempo señaló la necesidad de evaluarlos. Las reformas al artículo 3º constitucional incluyen dos cambios centrales, a partir de los cuales surgen nuevas normas y se reformulan otras. Estos dos cambios refieren a la inclusión del imperativo de la *calidad* como característica central de la educación y a la *evaluación* como referente para la mejora de la educación. El artículo 3º constitucional en su fracción II y la Ley General de Educación (LGE) en su artículo 8º, señalan que deberá entenderse por calidad la congruencia entre los objetivos, resultados y procesos del sistema educativo, conforme a las dimensiones de eficacia, eficiencia, pertinencia y equidad, y establece que los planes y programas deberán garantizar el máximo logro de aprendizaje de los educandos, reconociendo que el centro de la educación es el logro de los aprendizajes de los alumnos y que la escuela tiene sentido en la medida en que los alumnos aprenden, y por tanto la calidad educativa no sólo tiene que ver con los resultados de aprendizaje, sino con lo que sucede en la escuela.

A pesar de los esfuerzos realizados para asegurar el acceso a la educación, aumentar los años de la educación obligatoria, incrementar la cobertura, mejorar la infraestructura, diseñar nuevos currículos y formar a los docentes, entre otros aspectos, persisten problemas de calidad de la educación que limitan el pleno cumplimiento de este derecho. De ahí el énfasis reciente por realizar esfuerzos orientados a garantizar que se ofrezca una educación de calidad. Y de ahí también la responsabilidad del INEE para dar cuenta de los avances en el cumplimiento de este derecho en nuestro país, e identificar los retos para conseguir el ejercicio pleno del derecho a la educación de calidad.

Un recurso poderoso para dar cuenta del cumplimiento del derecho a una educación de calidad se encuentra en el modelo de las 4A propuesto por Tomasevski (2001; 2004), modelo que se propone

como ese mínimo irreductible, como ese “piso expandible”, más no como techo fijo. Así se plantean los cuatro diferentes elementos involucrados en el derecho a la educación: la disponibilidad (*availability*), accesibilidad, adaptabilidad y aceptabilidad. Como se advertirá más adelante, la atención a este modelo implica cubrir también rasgos de calidad, desde la perspectiva planteada por el INEE (2013).

Mientras que disponibilidad y accesibilidad tienen que ver con las posibilidades de tener acceso a la educación; la adaptabilidad y aceptabilidad se refieren a aquellos derechos que se generan cuando se está “en la educación”, o bien, cuando se está en la escuela. Así, en el caso de la adaptabilidad es necesario que la escuela se adapte a las condiciones específicas de los alumnos y que lo que ahí se ofrece sea relevante y pertinente; que los contenidos y las formas de enseñanza se adapten a las características de los alumnos y a su contexto cultural. Por su parte, la aceptabilidad tiene que ver con reconocer a los estudiantes y por tanto considerar si la escuela los acoge, si en ella aprenden y si eso que aprenden se relaciona con sus intereses, si lo consideran útil para su vida actual y para la futura; si se sienten parte de un grupo y si el docente los conoce y atiende como personas. Como puede advertirse, la adaptabilidad y la aceptabilidad implican también estar atentos a la equidad y a la diversidad.

Si la educación, según se establece en el artículo 3º constitucional, es ese derecho fundamental y la escuela es un espacio privilegiado para que los individuos accedan a esa educación, al Estado le corresponde que la escuela realice su misión educadora promoviendo que todos sus alumnos logren aprendizajes pertinentes para su vida presente y futura, desarrollen sus potencialidades y se conviertan en ciudadanos competentes y capaces de desempeñarse de manera exitosa en los ámbitos personal, familiar, laboral y social, lo cual debe asegurarse desde el currículo mismo, es decir, desde lo que se considera pertinente que debe aprenderse y desde las formas en que los procesos de enseñanza y aprendizaje deben ocurrir (INEE, 2009).

Por lo dicho hasta ahora, evaluar el currículo contribuye al propósito de evaluar el cumplimiento del derecho a la educación en cuanto a la relevancia y pertinencia de los contenidos propuestos para trabajar en las aulas, de las prácticas educativas que ocurren en el tramo de la educación obligatoria y de las opiniones que distintos actores tienen al respecto de dichos contenidos y prácticas. De ahí la decisión del INEE de iniciar el desarrollo de evaluaciones sobre el diseño curricular de la educación obligatoria empezando con el área de ciencias naturales.

# Introducción

Cuando se habla de currículo es importante tener presente que éste tiene diferentes niveles de concreción, el *social*, que alude a las aspiraciones de una sociedad, las cuales se delimitan y expresan en las intenciones de los sistemas educativos. El *institucional*, que se refiere al espacio en el que se traducen las intenciones educativas a un proyecto curricular particular de acuerdo al tipo y modalidad del servicio educativo de que se trate; es en donde se expresa formalmente, a partir de documentos oficiales los principios, las intenciones y las orientaciones que guiarán la práctica educativa. El tercer nivel es la *escuela*, lugar en donde los agentes educativos participan del proyecto institucional, considerando tanto su contexto interno como el externo. En este sentido, la experiencia escolar mediatiza los aprendizajes de los estudiantes. Este espacio es fundamental porque condiciona en gran medida lo que sucede en el aula. Por último, el nivel de *aula* es aquel en el que se concretiza el proyecto institucional a partir de la interpretación y la reelaboración que de él realizan los docentes y alumnos. En cada uno de los niveles descritos, el currículo se delimita y concreta; sin embargo, ninguno, por sí mismo, da cuenta de la práctica educativa.

El estudio que aquí se presenta se centra en el diseño curricular, es decir, en el nivel de concreción institucional, sin dejar de reconocer la existencia de los otros niveles. En este sentido, se asume que el currículo va más allá de las prescripciones que el sistema educativo hace sobre el qué, cómo y para qué enseñar y que, por lo tanto, estos niveles de concreción adquieren significado en la interacción de los diferentes espacios de intervención educativa —principalmente en el aula—.<sup>1</sup> La dimensión del currículo que comprende su diseño está centrada en todos aquellos elementos mediante los cuales se expresan y estructuran formal y materialmente los contenidos y métodos educativos.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Según señala Coll (1994), el currículo prescrito es una propuesta e instrumento que no garantiza por sí misma el logro de los fines educativos, sino que es necesario voltear la mirada a la práctica, que es donde realmente el currículo se convierte en experiencia educativa para los alumnos y en práctica docente para los profesores (implementación curricular).

<sup>2</sup> De acuerdo con el artículo 10 de la Ley General de Educación (LGE), los planes, programas, métodos y materiales educativos son componentes del Sistema Educativo Nacional (SEN) y de acuerdo con el artículo 47 de dicha ley, los contenidos de la educación serán definidos en planes y programas de estudio. Para el caso de educación media superior, la LGE señala, en el artículo 12, fracción IX bis, que se tendrá que “Coordinar un sistema de educación media superior a nivel nacional que establezca un marco curricular común para este tipo educativo, con respeto al federalismo, la autonomía universitaria y la diversidad educativa”. Por último, el artículo 48 de la citada ley específica que la Secretaría de Educación Pública (SEP) realizará revisiones y evaluaciones sistemáticas y continuas de los planes y programas, para mantenerlos permanentemente actualizados.

En México la ley establece<sup>3</sup> que corresponde a la autoridad educativa elaborar el currículo de la educación básica y, para el caso de la educación media superior (EMS), el Marco Curricular Común, referente para la elaboración de los planes y programas para todos los subsistemas de este nivel educativo. Se parte del supuesto de que un currículo de calidad debe tomar en cuenta, desde su diseño, las necesidades de la práctica educativa y su implementación en realidades diversas, de tal forma que las experiencias de aprendizaje sean significativas individual y socialmente. El presente estudio busca ofrecer elementos de valoración del currículo nacional sobre la enseñanza de las ciencias naturales<sup>4</sup> para toda la educación obligatoria, apoyándose en la perspectiva comparada y asumiendo que ésta permitirá identificar la diversidad de hincapiés que cada país analizado está haciendo en la educación científica, reconociendo las semejanzas y diferencias en los abordajes para la enseñanza del área. Estos elementos de referencia contribuirán a valorar relevancia y pertinencia de la propuesta.

El campo curricular ha sido abordado desde diferentes posturas teóricas, las cuales expresan una diversidad de conceptualizaciones sobre el currículo (Gimeno, 2007). En la práctica, ello se ha traducido en el uso de diferentes perspectivas para el diseño de las propuestas curriculares que los sistemas educativos generan. A pesar de las controversias conceptuales que puedan coexistir, un aspecto común en las propuestas curriculares es el reconocimiento de que en ellas se explicita el *para qué enseñar*, el *qué enseñar* o el *qué aprender*, lo mismo que el *cómo enseñar* (Coll, 2010).

Así, la dimensión del diseño alude al proceso de representación de los ideales en torno a la educación, sus fundamentos, propósitos, organización, contenidos y formas de abordarlos, así como a la evaluación del aprendizaje. Por lo tanto, el diseño puede entenderse como una dimensión en la que se plasma y prescribe una serie de reflexiones, propuestas y orientaciones para la práctica.

Si bien no hay consenso sobre las aproximaciones para dar respuesta a estas cuestiones centrales del currículo, en cualquier caso se puede afirmar que éste no se limita a la inclusión de contenidos y a las formas de apropiarse de ellos. Implica tener claridad sobre las intenciones educativas y la necesidad de articular los saberes fundamentales y la metodología para alcanzarlos. La consideración a esta relación entre contenido y formas de enseñanza impacta necesariamente en otros elementos que recrean el trabajo didáctico y lleva a tomar decisiones sobre qué conocimientos promueven la asimilación de información o cuáles son fundamentales para desarrollar el pensamiento del estudiante. También implica la búsqueda sobre determinadas situaciones educativas que promuevan un tipo de aprendizaje a partir de la enseñanza que se recibe.

El diseño curricular se compone por el plan y programas de estudio de los espacios curriculares de cada grado y nivel educativo. Para la evaluación del diseño curricular de la propuesta de ciencias

<sup>3</sup> El artículo 3º constitucional, así como el 12 y 47 de la LGE señalan que el ejecutivo federal es el responsable de determinar los planes y programas de estudio para la educación preescolar, primaria, secundaria y normal para toda la República. Para cumplir con esta responsabilidad, según señala el artículo 48 de la LGE, habrá de considerarse la opinión de las autoridades educativas locales y de los diversos sectores sociales involucrados en la educación, los maestros y los padres de familia, así como aquellas que, en su caso, formule el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).

<sup>4</sup> En el estudio se refiere a "ciencias naturales" o "ciencias" haciendo alusión a las ciencias experimentales o naturales, como la química, física, biología, entre otras. Las matemáticas y las ciencias sociales (como la historia, sociología, lingüística) tienen sus propias didácticas específicas. Para hacer más fluida la lectura, en el estudio se emplea el término "ciencias" para hacer referencia a las ciencias naturales. Sin embargo, y como se verá más adelante, algunas propuestas curriculares aquí analizadas, como la de Corea del Sur, Chile y Estados Unidos de América, incluyen a las "ciencias de la tierra" en sus propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias naturales, e incluso a las matemáticas.

naturales se tomaron en cuenta dos grandes elementos: los planes de estudio y los programas de las diferentes asignaturas que refieren a este campo formativo para los cuatro niveles de la educación obligatoria. El plan de estudios es visto como documento público e instrumento pedagógico. Documento público, porque en él se expresan los acuerdos sociales, más o menos consensuados, sobre los fines de la educación formal o escolarizada y de lo que ésta debe transmitir a las nuevas generaciones; es decir, enmarca lo que todos deben aprender. Instrumento pedagógico, porque en él no sólo se plantean los grandes resultados educativos que se persiguen, sino también la definición y organización de los trayectos formativos por los que deben transitar los estudiantes, el señalamiento de los recursos que permitirán alcanzar los objetivos planteados, los fundamentos que orientan el acto educativo y las formas de evaluar el logro de los objetivos. Por su parte, los programas de estudio son documentos también de carácter público, en los que se indica el conjunto de intenciones educativas, contenidos y actividades para cada uno de los espacios curriculares que conforman el plan de estudios.

Es importante señalar que si bien los referentes para el estudio fueron, como se señala arriba, los planes y programas de estudio para la educación obligatoria, en lo que refiere a la propuesta de ciencias, no se trata de un análisis exhaustivo de los documentos curriculares, sino de una visión sobre diferentes elementos a fin de lograr una caracterización de la propuesta curricular, teniendo como referentes los criterios de calidad educativa y el derecho a la educación planteados en la presentación de este informe.

El informe está estructurado en cuatro capítulos. En el capítulo 1 se habla sobre la estrategia de evaluación utilizada, se introduce la discusión sobre la necesidad y sentido de la alfabetización científica en la educación obligatoria, y se explicitan los criterios y ejes de análisis utilizados para la valoración de las propuestas curriculares consideradas. Dado que este es un estudio con un componente comparativo, el análisis de las propuestas curriculares se realizó a partir de tres preguntas:

- ¿Para qué enseñar ciencias naturales en el currículo de educación obligatoria?
- ¿Qué enseñar de las ciencias naturales en el currículo de educación obligatoria?
- ¿Cómo enseñar las ciencias naturales en el currículo de la educación obligatoria?, y ¿cómo evaluar el aprendizaje de las ciencias naturales en la educación obligatoria?

Las propuestas curriculares incluidas, además de la de México, fueron la de Brasil, Chile, Corea del Sur, Holanda y el Proyecto 2061 desarrollado en Estados Unidos de América. La revisión consideró todo el trayecto formativo equivalente a la educación obligatoria en México, es decir, de los 3 a los 17 años de edad, con la intención de identificar similitudes y diferencias en los planteamientos curriculares analizados.

El capítulo 2 está dividido en tres apartados. En el primero se presenta el marco legal de la educación obligatoria en México en lo referente a planes y programas de estudio, así como algunas características de este trayecto formativo. En el segundo apartado se describen, de manera general, las orientaciones y fundamentos pedagógicos del currículo de la educación básica y media superior. Finalmente, en el tercer apartado, se describe la propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en los niveles de educación preescolar, primaria, secundaria y de algunos subsistemas de EMS.

En el capítulo 3 se presentan los principales hallazgos del estudio, resultado del ejercicio comparativo de las propuestas curriculares, a partir de la información a la que fue posible tener acceso.

Los hallazgos están agrupados en función de las tres preguntas orientadoras del diseño curricular: ¿para qué enseñar?, ¿qué enseñar?, ¿cómo y qué evaluar?

Finalmente, el capítulo 4 concentra las principales reflexiones del análisis comparativo y valorativo de la propuesta curricular mexicana para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación obligatoria en México. Dado que este análisis sólo estuvo centrado en el diseño de la propuesta curricular de una particular área de formación, las conclusiones no podrían ser aplicables a todo el currículo de la educación obligatoria, ni mucho menos para una valoración de la implementación curricular en los contextos escolares. Más bien, son una invitación para considerar los hallazgos del estudio como una oportunidad para reflexionar sobre la congruencia, la consistencia y la pertinencia del currículo de ciencias naturales para la educación obligatoria en México. Como parte de este capítulo, se ofrecen una serie de consideraciones y reflexiones para futuros estudios en esta línea de trabajo, las cuales se derivan de esta primera tarea de evaluación curricular en la que se ve implicado el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).

## Limitaciones del estudio

Es importante señalar que, como en todo estudio, el presente tiene limitaciones que es oportuno advertir. En primer lugar, como se señaló previamente, la fuente para el análisis fueron los documentos curriculares, que se obtuvieron ya sea por vía diplomática o mediante el acceso a las páginas web de los ministerios de educación de los países considerados. Ello implica que puede haber otros documentos con mayor nivel de precisión que no hayan estado a nuestro alcance, y que los juicios aquí vertidos se hayan hecho a partir de la información disponible, aunque puede ser incompleta.

Por otro lado, y a diferencia de México, en algunos países como Brasil, Estados Unidos de América y Holanda, las prescripciones curriculares no son de carácter nacional debido a la organización de sus respectivos sistemas educativos, que están descentralizados y, por lo tanto, suelen tener el carácter de lineamientos curriculares generales. En este sentido, es importante advertir al lector que los documentos aquí analizados son de carácter general, y en algunos casos requieren ser complementados con otras fuentes de información.

Para el caso de México, es importante reiterar que lo analizado alude a lo que se expresa en el diseño de la propuesta curricular, es decir, a la aspiración planteada en documentos curriculares. Una evaluación de esta naturaleza, además de ofrecer elementos de reflexión sobre la propuesta, abre una serie de preguntas sobre su implementación en las aulas y escuelas y en otros niveles de concreción curricular, como en los materiales educativos que se disponen para docentes y estudiantes.

# 1

## Sobre la estrategia de evaluación del currículo de ciencias naturales

### 1.1. El sentido de enseñar ciencias naturales en la escuela: hacia una alfabetización científica básica

En la sociedad actual, la ciencia, al igual que la tecnología, ocupan un lugar fundamental en los sistemas productivos y de servicios, así como también en las actividades de la vida cotidiana en las que constantemente interactuamos y nos relacionamos con ideas o productos provenientes del mundo de las ciencias. El conocimiento de la ciencia es un derecho y una herencia cultural inalienable (Fumagalli, 1997), por lo que su enseñanza a *toda* la población se vuelve tan importante como enseñar a leer, escribir y sumar. Sin embargo, esta concepción es muy reciente, ya que, hasta el siglo pasado, la enseñanza de las ciencias naturales estaba vinculada con la preparación de los individuos para realizar estudios superiores con carácter eminentemente científico, por lo que sólo una minoría lograba estudiar estas disciplinas.

Las razones por las cuales se incluye la enseñanza de las ciencias en el currículo han ido modificándose en los últimos años. Hoy en día se asume que la enseñanza de las ciencias en los niveles de educación obligatoria tiene un propósito de vital importancia: la *alfabetización científica* de las nuevas generaciones de niños y jóvenes. Esto implica, de manera general, que todas las personas adquieran un conjunto de conocimientos, habilidades, valores, actitudes y aptitudes que les permitan mejorar su calidad de vida, entender e interactuar con el mundo y la sociedad en la que están inmersas y tomar decisiones sobre diversos aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología, así como apreciar, desde una posición ética, las contribuciones que el conocimiento científico ha aportado para el mejoramiento de la calidad de vida humana.

Al respecto, en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI —auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) y celebrada en 1999 en Budapest, Hungría— se declaró que:

La enseñanza científica, en sentido amplio, sin discriminación y que abarque todos los niveles y modalidades, es un requisito previo esencial de la democracia y el desarrollo sostenible. En los últimos años se han tomado medidas en todo el mundo para promover la enseñanza básica para todos... Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la *alfabetización científica* en todas las culturas y todos los sectores de la sociedad, así como las capacidades de razonamiento y las competencias

prácticas y una apreciación de los principios éticos, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos (UNESCO, 1999).

Esta declaración ha puesto en el centro de la discusión la alfabetización científica, noción ampliamente abordada por diversos investigadores y estudiosos de la enseñanza de las ciencias en la educación formal (Acevedo, 2004; Bybee, 1997; DeBoer, 2000;). En torno a ella se ha generado una diversidad de definiciones e interpretaciones (Fourez, 1997; Gil y Vilchis, 2001, 2004; Laugksch, 2000), lo cual ha derivado en que su empleo por investigadores, diseñadores de currículos y profesores sea difuso o incluso contradictorio. Desde hace tiempo, Shen (1975) identificó tres categorías de esta noción no necesariamente excluyentes, pero que ayudan a entender con amplitud y claridad el sentido de ella:

- Alfabetización científica práctica: referida al conocimiento científico que posee una persona y que lo utiliza para resolver las situaciones de su vida cotidiana.
- Alfabetización científica cívica: aquella que permite que una persona entienda e intervenga en el debate político con criterios científicos, lo que incrementa la concientización de la ciencia y su relación con problemas sociales.
- Alfabetización científica cultural: implica despertar en las personas el interés y deseo por conocer las actividades científicas en tanto logro humano.

A pesar de la ambigüedad que presenta, la consideración de la alfabetización científica en el discurso educativo como propósito prioritario de la enseñanza de las ciencias no se ha debilitado; por el contrario, permitió el surgimiento de la necesidad de reconocer e incluir en los currículos de ciencias, además de conocimientos científicos, aspectos relacionados con la tecnología, la sociología, la filosofía o la historia de la ciencia, con el fin de lograr una mayor participación ciudadana en la toma fundamentada de decisiones relacionadas con las ciencias (Aikenhead, 1985).

En una revisión respecto del tema de la alfabetización científica, Roberts (2007) estableció una diferencia entre lo que denominó dos visiones sobre los propósitos de la enseñanza de las ciencias en permanente tensión:

- **Visión I. Internalista:** aquella que mira al interior de la ciencia misma, sus productos, (como las leyes y teorías) y sus procesos (como la experimentación). Esta visión apela al funcionamiento disciplinar de la ciencia, donde se indica la relación entre la evidencia y la teoría, caracterizándola como un proceso encadenado de habilidades alrededor del denominado "método científico" tales como: observar, medir, experimentar.
- **Visión II. Externalista:** aquella que mira a las situaciones en las que la ciencia juega un papel importante, como es el caso de las decisiones sobre asuntos sociocientíficos. Esta visión apela al entendimiento personal de la explicación de eventos en términos de influencias propias y culturales (incluyendo las científicas).

Roberts señaló la tendencia de los defensores de la visión II de pasar a la visión I como resultado de la creciente influencia política ejercida por la comunidad científica en los comités que definen los currículos de diversos lugares del mundo y que se concretan en la tradición de la enseñanza de las ciencias (Roberts, 2007; Dillon, 2009). Así, al asumir la visión I, la mayor dificultad consiste en reducir la experiencia de los estudiantes sobre la amplitud del saber científico como una empresa humana. Entre la visión I y la II la distinción más evidente tiene que ver con la manera en la

que los estudiantes conceptualizan y experimentan el carácter controversial de temas sociocientíficos, asunto que para muchos parece superfluo.

Recientemente Norris, Phillips y Burns (2014) categorizaron los propósitos de la alfabetización científica en tres grupos, los cuales pueden ser considerados como fines de la enseñanza de las ciencias: los relativos al conocimiento científico, los relativos a las capacidades y los relativos a los rasgos personales (intelectuales y morales).<sup>5</sup> Por su parte, Schultz (2014) reconoció tres opciones diferentes de concebir la alfabetización científica:

- La excluyente, aquella que postula elegir y asumir sólo una de las dos visiones propuestas por Roberts (2007).
- La incluyente, que asume que los acuerdos son imposibles, pero cuya ausencia no debe impedir la inclusión en el currículo de ambas visiones en un adecuado equilibrio.
- La que indica que debe abandonarse el término “alfabetización científica” debido a la complejidad que implica su logro y su trabajo en la escuela.

De esta manera, los debates sobre la inserción de las ciencias como un área de conocimiento del currículo de la educación obligatoria revelan la centralidad que la alfabetización científica tiene para fundamentar la enseñanza de las ciencias en la escuela (Nwagbo, 2006; Vilches, Solbes y Gil, 2004). A pesar de que la alfabetización científica tiende a ser una noción ambigua, y hasta contradictoria, su consideración como fundamento de los currículos de ciencias es ampliamente generalizada. De esta manera las ciencias naturales poco a poco se han ido ganando un espacio en el currículo de la educación obligatoria de la mayoría de los países (Dillon, 2009; Holbrook y Rannikmäe, 2009; Vilches, Solbes y Gil, 2004). Se ha planteado que la enseñanza de las ciencias debe apuntar al desarrollo de una alfabetización científica básica que contemple no sólo conocimientos, habilidades y actitudes, sino también un conocimiento, comprensión y valoración de la ciencia y sus implicaciones en la vida personal y social. Se trata pues, de que la alfabetización científica contribuya a la formación integral de los individuos para potenciar su capacidad de comprensión, valoración, relación y conciencia del mundo que los rodea.

Por lo tanto, enseñar ciencias en la escuela de forma significativa, valiosa y de calidad para alcanzar la alfabetización científica de todos es un problema relevante con características particulares y distintas a las de la enseñanza de otras áreas de conocimiento. Bajo esta perspectiva, promover que la enseñanza de las ciencias en la escuela contribuya a la alfabetización científica de todos responde no sólo a la preocupación de que los estudiantes de los niveles obligatorios no logran aprender ciencias, sino también a un compromiso por contribuir a disminuir la exclusión, inequidad y control en el acceso, uso y generación del conocimiento científico. La alfabetización científica ofrecida por la escuela debe aportar, en definitiva, a la formación de mejores ciudadanos. Y ahí es donde radica el verdadero sentido de enseñar ciencias en la escuela.

Con este marco, y reconociendo las limitaciones que impone la complejidad del tema, es posible delinear tres categorías curriculares que relacionan los enfoques que se han generado en torno al currículo (Scott, 2014) con las visiones respecto a la alfabetización científica propuestas por Roberts (2007) y Schultz (2014), a saber:

---

<sup>5</sup> Los rasgos intelectuales incluyen mentalidad abierta, cuidado y carácter inquisitivo. Por su parte, los morales consideran la honestidad, la generosidad y el atrevimiento.

- **Categoría curricular 1:** corresponde al enfoque que concibe el currículo como una estructura organizada de conocimientos, cuyo énfasis es la función transmisora de la educación y a la visión internalista (visión I) de la alfabetización científica.
- **Categoría curricular 2:** en ella confluyen el enfoque que concibe al currículo como un sistema tecnológico de producción basado en competencias y la visión externalista (visión II) de la alfabetización científica.
- **Categoría curricular 3:** en esta categoría se relaciona el enfoque curricular pragmático con la concepción incluyente de la alfabetización científica.

Estas categorías curriculares se vuelven clave al momento de mirar una propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias; su uso permite señalar el énfasis sobre la alfabetización científica que se plasma en los documentos curriculares: los propósitos, las orientaciones, los contenidos y tipos de actividades que se proponen para alcanzarla, entre otros aspectos.

## 1.2. Características de la perspectiva comparada

La perspectiva de la educación comparada (*comparative education*) surge en la década de los sesenta con los estudios clásicos de George Bereday (Bray, Adamson y Mason, 2007), quien proponía la necesidad de generar un acercamiento a los sistemas educativos nacionales con el fin de sistematizar y compartir prácticas y políticas educativas.

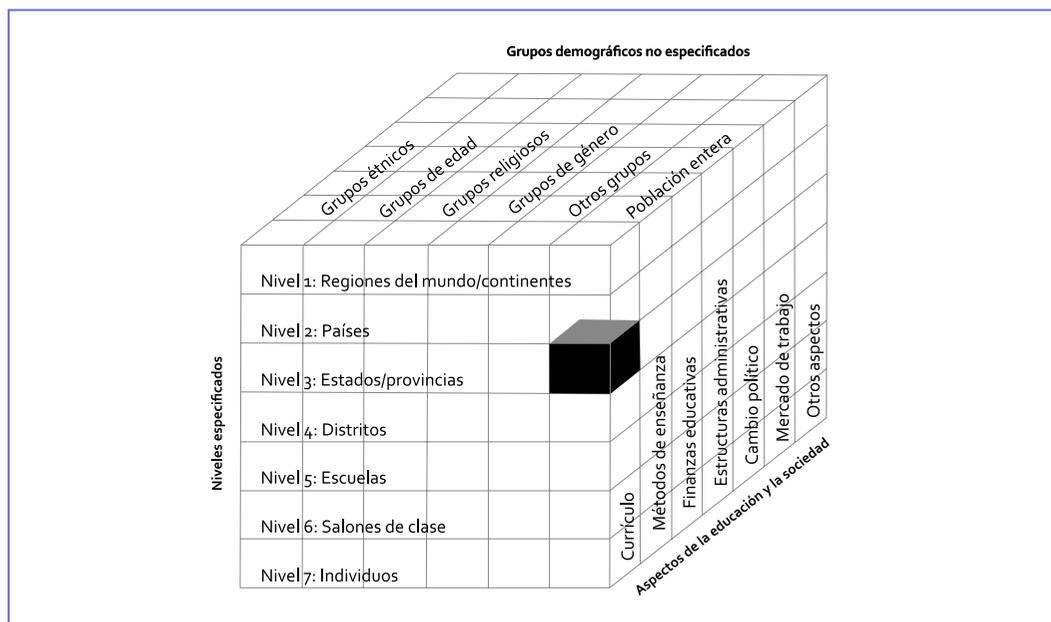
En el campo educativo, la perspectiva de la educación comparada ha continuado desarrollándose y actualmente se reconoce que, si bien existen diferentes posiciones sobre el sentido, las características y la utilidad de los estudios comparados, se comparte la visión de que dicha perspectiva permite ampliar los referentes con los cuales se estudian los diferentes aspectos de la educación, lo cual permite enriquecer los análisis y las reflexiones que se hagan en torno a ellos. Como ejemplos de estudios comparados se tienen los que en América Latina recoge Margarita Poggi (2013) como parte del XV Congreso Mundial de Educación Comparada. Para el caso de la enseñanza de las ciencias naturales, desde una perspectiva comparada se puede consultar el trabajo de Daino y Rojas (2006), quienes, a través de un estudio comparativo de los documentos curriculares oficiales, identifican las conceptualizaciones que existen sobre la enseñanza de la química en Argentina. Los trabajos reportados por Criado, Cruz-Guzmán, García-Carmona y Cañal (2014), García-Carmona, Criado y Cañal (2014a y 2014b), son ejemplos de estudios que centran la mirada en la alfabetización científica que se promueve en las prescripciones curriculares de ciencias desde una perspectiva comparada.

En su acepción más habitual, la perspectiva de la educación comparada ha sido definida como la descripción y la explicación de las condiciones y los resultados semejantes y diferentes entre unidades sociales grandes, nacionales, sociedad y culturas; también, como el análisis sistemático de observaciones extraídas de dos o más entidades macrosociales —o de varios momentos en la historia de una sociedad— para analizar sus semejanzas y diferencias e indagar sus causas (Ariza y Gandini 2012). La pretensión de arribar a explicaciones causales y la sistematicidad son dos notas distintivas de la perspectiva comparada que es necesario subrayar.

Como lo señala Altbach y Kelly (en Bray, Adamson y Mason, 2007) no existe un único método de estudio en el campo de la educación comparada. Bray y Thomas (en Bray, Adamson y Mason,

2007) proponen un “cubo” que representa, en una triple articulación, los niveles en los que todo estudio de educación comparada se coloca para tratar de captar la complejidad con la cual se manifiestan los fenómenos educativos a estudiar desde esta perspectiva (ver figura 1.1).

**Figura 1.1.** La mirada comparativa en educación



Fuente: retomada de Bray *et al.* en Bray, Adamson y Mason, 2007.

El análisis comparativo cualitativo constituye tanto un enfoque metodológico como una serie de técnicas de análisis encaminadas a lograr ciertos objetivos analíticos (Ariza y Gandini, 2012). Está orientado fundamentalmente al análisis formal y sistemático de la causalidad, de tal manera que busca fortalecer la capacidad heurística del tipo de explicación causal a que puede dar lugar el método cuando el esfuerzo de indagación se construye desde la mirada cualitativa de los procesos sociales.

De este modo, una de las grandes ventajas que ofrecen las técnicas de indagación que integran la perspectiva de la educación comparada es la posibilidad de analizar sistemáticamente —mediante el uso de un lenguaje formal universal— el conjunto de condiciones causales que subyacen a un hecho social, otorgando transparencia y replicabilidad al análisis cualitativo convencional.

Bray, Adamson y Mason (2007) conciben la educación comparada como un método de investigación científica social, ya que implica la realización de comparaciones complejas. Éstas no son exclusivamente descriptivas, sino que vinculan las relaciones que se producen desde un punto de vista empírico con la finalidad de establecer hipótesis y comprobar su poder explicativo. Esto a su vez exige encontrar datos pertinentes para efectuar la comparación, o sea, datos no derivados de quien recoge los datos y los interpreta.

De acuerdo con Ruiz (2011), la perspectiva de la educación comparada puede desarrollar un corpus teórico y a la vez auxiliar a los responsables de las políticas públicas mediante distintas vías como:

1. El análisis de alternativas a los cursos de acción en función de la experiencia internacional.
2. La descripción de los cursos de acción y programas ejecutados gracias a la observación y el análisis de los resultados de diferentes experiencias en distintos contextos nacionales, regionales o jurisdiccionales.
3. La provisión de un corpus de datos descriptivos y también explicativos que faciliten la comprensión de las prácticas y procedimientos desarrollados desde un punto de vista global y no solamente local.
4. El auxilio teórico y empírico para el diseño y formulación de reformas educativas.

Por su parte, Astiz (2011) señala que los estudios comparativos en el campo de la educación pueden tener diversos propósitos. El primero de ellos es promover el avance del conocimiento, contribuir a construir, corroborar o contrastar teorías científicas a través de la formulación de proposiciones generalizables sobre los sistemas educativos y sus interacciones con la economía, las organizaciones políticas, culturales y sociales. Como sugirieron Bray y Thomas (1995), las comparaciones permiten utilizar al mundo como laboratorio natural para analizar las múltiples formas en que los factores sociales, políticos y las prácticas educativas pueden variar e interactuar en formas impredecibles e inimaginables, teniendo en cuenta que existen patrones regulares de comportamiento humano y que, al menos algunos de ellos, son comunes a todas las culturas. En el caso de la evaluación del currículo, este propósito ayuda a identificar las apuestas en cuanto a la alfabetización científica que distintos países plantean en sus respectivas propuestas.

El segundo propósito de los estudios comparativos en educación consiste en estudiar otros sistemas educativos para descubrir qué puede aprenderse que contribuya a mejorar tanto la política como la práctica educativa en el propio. La idea que aquí impera es que no existe “el mejor sistema”, sino que todos los sistemas educativos poseen tanto fortalezas como debilidades. Altbach *et al.* (1986) se refieren a los mecanismos por los cuales se estudia y transfieren prácticas educativas entre países como “proceso de préstamo” o “policy borrowing” (ver también Steiner-Khamsi, 2000). En este sentido, comparar el currículo puede ser una vía para identificar la manera en que otras propuestas resuelven ciertas tensiones propias del diseño curricular.

Por último, el tercer objetivo que debe perseguir el análisis comparado está ligado a la naturaleza global de las políticas y las prácticas educativas. Desde fines de los años setenta, académicos interesados en la educación comparada provenientes de distintas corrientes ideológicas han enfatizando la necesidad de incluir la perspectiva global en el análisis educativo comparado, particularmente ante la creciente aceptación del Estado-nación como unidad básica de análisis. Si bien la idea de globalización es compleja y altamente polémica, particularmente en cuanto a su origen, significado y repercusión, en su concepción más básica se refiere al proceso de interdependencia transnacional de todos los aspectos relacionados con la vida social contemporánea: desde el financiero hasta las expresiones culturales (Astiz, 2011).

De manera más específica y de acuerdo con Adamson y Morris (en Bray, Adamson y Mason, 2007, p. 282) la utilidad de una perspectiva comparativa del currículo radica en que permite la identificación y la transferencia de buenas prácticas así como la toma de decisiones informada, a la vez que profundiza en la comprensión de las interacciones entre los contextos sociales, económicos y políticos de los currículos que son comparados. Siguiendo a los mismos autores, el método de comparación de currículos abrevia y adquiere sus características de las diferentes perspectivas de investigación. De este modo a partir de la perspectiva elegida, sea de corte evaluativo, interpretativo o crítico, el método comparativo ajustará su estrategia de recolección de información

así como sus finalidades. En ese sentido, es importante que dentro de una perspectiva de comparación se considere que tanto el enfoque de investigación como los propósitos y elementos que se vayan a comparar en los diferentes currículos guarden relación entre ellos, es decir, que en el estudio comparativo curricular los objetos curriculares a analizar se lleven a cabo bajo los mismos criterios y con iguales objetivos.

Frente a la complejidad que implica la evaluación curricular bajo una perspectiva comparada, es pertinente la propuesta de Adamson y Morris (Bray, Adamson y Mason, 2007), la cual señala la importancia de identificar las tres dimensiones principales que intervienen en la evaluación curricular y que, a saber, son:

- Los propósitos y perspectivas que existen sobre el currículo y que son definidas a partir del agente que decide comparar el currículo. Así, por ejemplo, los propósitos variarán si quien hace la comparación es un agente interno del sistema educativo, una autoridad, una instancia internacional o un investigador.
- La perspectiva de estudio a partir del cual se plantea la comparación curricular, y que generalmente se organiza en tres posturas. La evaluativa, cuyo fin es la búsqueda de evidencia para la toma de decisiones sobre el currículo; la interpretativa, que está enfocada primordialmente a explicar fenómenos concretos del currículo, y finalmente la crítica, en la que se toma como base un marco predeterminado de análisis, por ejemplo los estudios poscoloniales, el género o la equidad social, lo que permite identificar elementos en el diseño del currículo que se pueden señalar como deseadas o indeseadas.
- Las manifestaciones curriculares hacen referencia a los elementos o aspectos concretos a ser comparados que incluyen tanto la ideología que da sentido al currículo, como los elementos de diseño y planeación así como la implementación.

Reconociendo las bondades de la metodología, es importante también señalar las limitaciones. Al realizar un estudio comparado hay que reconocer que la comparabilidad analítica entre naciones es compleja, que la información disponible puede ser de diferente nivel de confiabilidad y que la complejidad de los contextos en los que se desarrolla el fenómeno educativo es difícil de caracterizar (Ruiz, 2011).

### 1.3. Metodología utilizada. Construcción y operacionalización de los ejes de comparación

El presente estudio se inserta en la perspectiva de la educación comparada descrita en el apartado anterior. Hace un recorte de la compleja realidad educativa centrándose en los lineamientos o prescripciones curriculares planteadas en los documentos oficiales de las seis propuestas consideradas: la de Brasil, Chile, Corea del Sur, el Proyecto 2061 de Estados Unidos de América, Holanda y México. Tal y como se señaló, el carácter de esta perspectiva es fundamentalmente cualitativo, el análisis parte de la identificación cinco ejes de comparación que permiten analizar los documentos curriculares disponibles.

En este estudio se entienden por ejes de comparación los atributos curriculares reconocidos en la literatura especializada internacional, que, salvo uno, permiten identificar las características didácticas y pedagógicas que, en las propuestas curriculares, adquieren las formas de enseñar y

aprender las ciencias naturales. La importancia de contar con estos ejes radica en la posibilidad, siguiendo la perspectiva comparada, de hacer viable la comparación de las propuestas curriculares que integran este estudio en función de atender el criterio de correspondencia entre aspectos de comparación (Adamson y Morris, 2007).

De esta manera, los ejes de comparación se constituyen en guías para mirar y analizar las propuestas curriculares, valorando la cercanía o lejanía que cada propuesta tiene con las características o categorías descritas en cada eje. Así, contar con ejes de comparación permite mostrar, de la manera más transparente posible, qué se dice y qué no sobre cada uno de los componentes de los ejes. En seguida se desarrolla cada uno de los ejes de comparación que fueron utilizados para valorar las propuestas curriculares en el campo de la enseñanza de las ciencias.

### 1.3.1. Eje 1. Naturaleza de la ciencia

Para este eje se retoman los trabajos desarrollados por Lederman (2002) que consensan diversas posturas, todas sobre la epistemología del conocimiento científico y que, a pesar de diversas controversias, son las más utilizadas en la literatura especializada. Este consenso sobre la naturaleza propia de la ciencia se describe en los siguientes puntos y considera acuerdos mínimos entre historiadores y filósofos, su accesibilidad a los estudiantes, así como su utilidad por los ciudadanos. Así, de acuerdo con Lederman *et al.* (2002, pp. 500-501) el debate sobre la naturaleza de la ciencia se tensiona en torno a las siguientes ideas:

- 1. La naturaleza empírica de la ciencia.** Se reconoce que, a lo largo de la historia, los científicos no tienen acceso directo a la mayoría de los fenómenos naturales, por eso construyen modelos, para parcialmente explicar y predecir. Se afirma que: “Los estudiantes tienen que ser capaces de distinguir entre la observación y la inferencia. La comprensión de la distinción crucial entre la observación y la inferencia para dar sentido a la multitud de entidades y términos teóricos que forman parte de las ciencias”.
- 2. La diferencia entre teorías y leyes científicas.** Las leyes son enunciados descriptivos de las relaciones entre los fenómenos observables mientras que las teorías, por contraste, son explicaciones inferidas de fenómenos observados o regularidades en los fenómenos. Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento y uno no lo hace convertirse en el otro.
- 3. El conocimiento científico apela a la imaginación y la creación.** Se reconoce que, si bien el desarrollo y generación del conocimiento científico implica realizar observaciones de la naturaleza, la imaginación y creatividad también forman parte de este proceso. En este sentido, el trabajo de los científicos implica la invención creativa de explicaciones y entidades teóricas; por ello, la ciencia no es sólo una actividad completamente racional, sino también creativa y multifacética.
- 4. La “carga de teoría” del conocimiento científico.** Se sostiene que los compromisos teóricos y disciplinarios de los científicos, como sus creencias, conocimientos previos, formación, experiencias y expectativas, tienden a influir en su actividad científica. Estos factores forman un tipo de mentalidad que tiende a influir en los problemas que los científicos construyen e investigan, en cómo realizan su trabajo, lo que observan y no observan y en cómo generan las

interpretaciones con respecto a lo observado. En ocasiones, esta “mentalidad”, de carácter individual o colectiva, tiende a explicar, en cierto sentido, el papel de la teoría en la construcción del conocimiento científico.

5. **La inserción cultural y social del conocimiento científico.** Donde se mantiene que: La ciencia como una empresa humana se practica en el contexto de una cultura más amplia y sus practicantes son el producto de esa cultura. La ciencia, afecta y se ve afectada por los diversos elementos y esferas intelectuales de la cultura en que está inmersa.
6. **El mito del “método científico”.** Se afirma que: No existe un solo método científico que garantice el desarrollo de conocimiento infalible... y no hay una secuencia única de actividades que infaliblemente lleven [a los científicos] a soluciones o respuestas funcionales o válidas.
7. **La provisionalidad del conocimiento científico.** Se asume que: El conocimiento científico, aunque fiable y duradero, nunca es absoluto o cierto. Este conocimiento, incluyendo los hechos, teorías y leyes, está sujeto a cambios. Este eje, como herramienta de análisis, permite identificar qué tanto las propuestas curriculares se acercan o alejan de una concepción de ciencia, a partir de los siete puntos señalados.

### 1.3.2. Eje 2. Contexto

Sobre el contexto se consideran los trabajos de Gilbert (2006) los cuales hacen referencia a cómo se retoma o considera el entorno y su relación con las ciencias para su enseñanza. Del trabajo de Gilbert, ejemplificado específicamente alrededor de la química, se rescatan tres modelos de contexto:

**Modelo 1. El contexto entendido como la aplicación directa de los conceptos.** Un uso común de la palabra contexto es para denotar la aplicación de los conceptos, o las consecuencias de esa aplicación, para ilustrar su uso y significado. En términos prácticos, un plan de estudios basado en este modelo consiste en situaciones o acontecimientos extraídos presuntamente de la vida cotidiana, personal o social de los estudiantes, o de las actividades industriales en las que los conceptos de las ciencias, que se enseñan como abstracciones, se aplican con el fin de que los estudiantes puedan comprenderlos más plenamente.

**Modelo 2. El contexto como la reciprocidad entre conceptos y aplicaciones.** En este modelo, no sólo se busca relacionar los conceptos con sus aplicaciones, sino que también se asume que estas aplicaciones afectan el significado atribuido a los conceptos. Desde esta perspectiva, el contexto está formado por la yuxtaposición del concepto y su aplicación en la estructura cognitiva de los estudiantes. El significado es creado por la adquisición de los aspectos relevantes de la estructura del conocimiento científico.

Este mayor grado de reciprocidad en la relación entre conceptos y aplicaciones está parcialmente inferida en la amplia definición de los contenidos que se utilizan en el movimiento la ciencia-tecnología-sociedad (CTS). Los contenidos en un plan de estudios de educación científica CTS se componen de la interacción entre la ciencia y la tecnología, o entre la ciencia y la sociedad, o cualquiera otra de las siguientes situaciones sociocientíficas que podrían ayudar a contextualizar el abordaje de los contenidos científicos:

- un artefacto tecnológico, un proceso o una experiencia
- las interacciones entre tecnología y sociedad
- un problema social relacionado con la ciencia o la tecnología
- un contenido de las humanidades que arroja luz sobre un problema social relacionado con la ciencia y la tecnología
- una cuestión filosófica, histórica o social dentro de la comunidad científica o tecnológica (Gilbert, 2006, p. 22).

Por otro lado, el uso de este modelo refiere a situaciones en las que la sociedad no es un todo homogéneo, como sucede en el caso de los países latinoamericanos en general y de México en particular, por lo que es pertinente incorporar el concepto de interculturalidad:

Desde una visión de “cultura” en singular —incluyendo la convicción de que la puerta de entrada es la escuela— a un planteamiento de “culturas” en plural, cuya presencia múltiple asegura la vida. Esta postura sostiene además la imposibilidad de juzgar la superioridad de una cultura sobre otra en un determinado momento de la historia, aunque, desde posturas éticas específicas sí es posible hacer juicios de valor (Schmelkes, 2006, p. 122).

Así, en el modelo 2 de contexto la noción de interculturalidad permite sólo reconocer que las ciencias tienen un vínculo con la sociedad, pero la relación entre ambas no es del todo dialéctica, si no que se suele enfatizar más lo científico.

**Modelo 3. El contexto como las circunstancias sociales.** En esta perspectiva, la dimensión social de un contexto es esencial. Un contexto está situado como una entidad cultural en la sociedad. Se relaciona con los temas y las actividades de las personas que se consideran de importancia para su vida y de las comunidades dentro de la sociedad. Un contexto así puede ser, por ejemplo, el desarrollo tecnológico basado en la modificación genética, la investigación científica que se desarrolla en ese campo, y el debate sobre las implicaciones sociales de la tecnología subsiguiente. Otros ejemplos son las novedades relacionadas con el cambio climático global, la comida “saludable” y la obesidad, y la “economía del hidrógeno”. Tal modelo representaría un curso en el que:

- Los profesores y los estudiantes se ven a sí mismos como participantes de una “comunidad de práctica”, con interacciones productivas sobre una base regular.
- Esto se cumple más fácilmente cuando el curso se lleva a cabo en un sostenido entorno de indagación. El entorno de aprendizaje es proporcionado por una tarea o problema de tal naturaleza como para facilitar la participación comunal del maestro y los estudiantes ante una amenaza real, en oposición a una investigación artificial.
- Los problemas a resolver deben ser ejemplificaciones claras de conceptos científicos importantes, que permitan a los estudiantes el desarrollo de lenguajes específicos (Gilbert, 2006, pp. 25-26).

Así, este modelo de contexto permite incluir fácilmente la noción de interculturalidad. Por ello se puede reconocer que una propuesta curricular que apele a este modelo sería aquel en el que se pasaría de:

Una concepción de que las culturas son estáticas y que las identidades son fijas, a una concepción de las culturas como vivas, dinámicas, adaptables y promotoras del cambio. Una de las principales fuentes de dinamismo de una cultura es precisamente el contacto con otras, más aún si dicho contacto se da desde la base del respeto (Schmelkes, 2006, p. 122).

Lo que se considera aquí es el pluralismo epistémico en el que se valora tanto la racionalidad como la razonabilidad. La primera responde a lo universal, abstracto, atemporal, necesario y unívoco, mientras que la segunda a lo particular, concreto, presente, contingente y diverso (Chamizo, 2013). En este sentido, Cobern y Loving (2001) señalan la importancia de que la enseñanza de las ciencias en situación escolar no se cierre a otras formas epistemológicas y que, en cambio, su adopción se deba al convencimiento de que este tipo de conocimiento puede llegar a ser el más adecuado para una situación específica, como por ejemplo el cuidado de la salud. Esto permite reconocer y valorar las diversas formas de construcción de conocimiento, no sólo metodológicas, sino también de acuerdo con los contextos socioculturales en los que lleva a cabo.

### 1.3.3. Eje 3. Trabajos prácticos

El propósito fundamental de la enseñanza de las ciencias es permitir que los alumnos relacionen el complejo mundo real presente con el de los conceptos construidos a lo largo de la historia. En este sentido parte importante de la investigación generada en el campo de la Educación en Ciencias, ha permitido dar cuenta del potencial de los trabajos prácticos para promover la actividad de los alumnos y lograr que aprendan lo que es objeto de enseñanza. Desde la didáctica de las ciencias se ha sostenido que los trabajos prácticos ofrecen experiencias de aprendizaje que no están disponibles en otras áreas de formación escolar. De ahí que los trabajos prácticos permitan distinguir la enseñanza de las ciencias de la enseñanza de otras disciplinas.

El papel del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias ha sido ampliamente abordado por diversos autores (Barberá y Valdés, 1996; Caamaño, 2003; Del Carmen, 2000). El concepto de *trabajos prácticos* alude a los referentes fenomenológicos indispensables para que los estudiantes interactúen con los procesos o fenómenos naturales y para que, a través de esto, desarrollen los procesos cognoscitivos complejos que les lleven a conformar sus representaciones y conceptualizaciones, con las que se haga posible el aprendizaje de los conceptos científicos. Del mismo debate ha surgido un limitado acuerdo sobre los objetivos fundamentales que se persiguen al realizarlo y que aparecen como centrales en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, los tipos de trabajos prácticos que más se destacan para la enseñanza de las ciencias son los siguientes:

1. **Ejercicios.** Diseñados para desarrollar técnicas y destrezas específicas (prácticas, intelectuales o de comunicación) o para realizar experimentos que ilustren o corroboren la teoría. Son uno de los recursos más comunes del trabajo experimental. A pesar de su valor educativo restringido, representan para muchos docentes el paradigma de la enseñanza experimental: medir; clasificar plantas, animales, minerales; construir circuitos eléctricos; utilizar pruebas de ensayo para identificar diversos materiales, entre otras actividades. Aquí se coloca también el aprendizaje de las técnicas necesarias para utilizar instrumentos (microscopios, multímetros, aparatos de destilación, etcétera) o, cuando sucede, los procedimientos para capacitar en seguridad o separar los residuos producidos en los laboratorios de enseñanza.

2. **Experiencias.** Proponen que los alumnos tomen conciencia de determinados fenómenos del mundo, ya sean naturales o artificiales. Pueden ser experimentos ilustrativos, que expliquen un principio, una relación entre variables. Las experiencias buscan que los estudiantes tomen conciencia de los fenómenos, pueden ser realizadas por el profesor en lo que se conoce como experiencias de cátedra o por los propios alumnos. Algunos ejemplos son: observar las estrellas u organismos vivos, ya sea en el laboratorio o en el campo, o las ondas en una cubeta, quemar magnesio, disolver un metal en un ácido, comparar la dureza o la elasticidad de diversos materiales.
3. **Investigaciones.** En las que los estudiantes deben resolver un problema. El trabajo práctico de investigación (que podría también llamarse de indagación) es el que más se parece a la propia investigación científica. Una primera división de esta actividad consiste en identificar aquellas investigaciones que son documentales de las que son propiamente experimentales. Evidentemente, la posibilidad de los estudiantes para hacer una investigación depende de la carga conceptual de ésta, de la claridad de la pregunta, del número de variables a controlar, de la complejidad de las medidas a realizar, y de la familiaridad que tengan los estudiantes con este tipo de trabajos.

#### 1.3.4 Eje 4. Evaluación del aprendizaje

La evaluación de los aprendizajes ha sido discutida y frecuentemente olvidada en la construcción del currículo. Por ello es importante recordar la propuesta de Gil y Martínez (2005) sobre este asunto:

Si realmente se quiere hacer de la evaluación un instrumento de seguimiento y mejora del proceso, es preciso no olvidar que se trata de una actividad colectiva, en la que el papel del profesor y el funcionamiento de la escuela constituyen factores determinantes. La evaluación ha de permitir, pues, incidir en los comportamientos y actitudes del profesorado. Ello supone que los estudiantes tengan ocasión de discutir aspectos como el ritmo que el profesor imprime al trabajo, o la manera de dirigirse a ellos. Y es preciso evaluar también el propio currículo, con vistas a ajustarlo a lo que puede ser trabajado con interés y provecho por los alumnos y las alumnas. De esta forma, los estudiantes aceptarán mucho mejor la necesidad de la evaluación, que aparecerá realmente como un instrumento de mejora de la actividad colectiva (p. 171).

Lo expuesto arriba deja ver claramente que la evaluación no tiene que ser considerada sólo como la identificación de los logros de aprendizaje, sino que implica un proceso en el que se discutan diversas tareas involucradas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como el papel de los actores centrales, es decir, maestro y alumno. Sin embargo, para el presente estudio se decidió centrar la mirada en la evaluación de los aprendizajes, puesto que constituye un aspecto clave dentro de las propuestas curriculares con un fuerte impacto en las prácticas educativas.

En la literatura especializada, se reportan diversos tipos de evaluación: diagnóstica, formativa o formadora, sumativa, entre otras. A continuación se presenta una breve descripción de cada una de ellas.

1. La *evaluación diagnóstica* se utiliza para conocer cuál es la situación de los estudiantes, sus necesidades, perfiles, conocimientos previos, entre otros, así como valorar las competencias y dificultades, al principio de un curso o de un tema, con el fin de organizar las estrategias de enseñanza. Al mismo tiempo, permite que los estudiantes tomen conciencia de sus fortalezas y debilidades.
2. La *evaluación formativa o formadora* tiene lugar durante todo el proceso de aprendizaje y su función es, principalmente, apoyar dicho proceso, entender las causas de las dificultades, así como reorientar o modificar las intervenciones pedagógicas. Al alumno le brinda información acerca de sus dificultades y le ayuda a comprender, interpretar y corregir sus errores. Todas las intervenciones de éste (con el profesor, con otros estudiantes, con el material didáctico) son oportunidades de evaluación (o autoevaluación).
3. La *evaluación sumativa* proporciona información de los logros alcanzados por los estudiantes al final de un tema, unidad didáctica o curso, y típicamente se concreta en la acreditación u otorgamiento de una calificación para continuar en niveles superiores de complejidad del aprendizaje. Además, con esta evaluación, los profesores pueden tomar una decisión de orientación o de selección en función de los aprendizajes adquiridos.

### 1.3.5 Eje 5. Estructura sustantiva de las propuestas curriculares

Este eje permite identificar el reconocimiento explícito de los temas o contenidos de los programas correspondientes a cada nivel educativo. En los países con propuestas curriculares centralizadas como lo son Chile, Corea del Sur y México, este eje permite hacer comparaciones más precisas sobre qué contenidos se propone enseñar en los niveles educativos. En este sentido el presente eje permitirá identificar las coincidencias que existen en cada propuesta por medio de reconocer la “estructura curricular paradigmática” a la cuál responden y que se relacionan con los ejes previos y los planteamientos señalados arriba sobre las concepciones de naturaleza de la ciencia y alfabetización científica. La utilidad del eje 5 es que, con base en el trabajo previo, se puede llegar a distinguir tanto la estructura curricular paradigmática como la estructura sustantiva de cada propuesta curricular.

Además de los ejes de comparación descritos anteriormente, para los propósitos de este estudio se tomó en cuenta una característica específica de las ciencias naturales, derivada de su propio desarrollo histórico, y que permite distinguirlas del resto de disciplinas que integran los currículos escolares; ésta es su *estructura paradigmática*.

Desde una concepción de ciencia como actividad humana sujeta a una construcción, la estructura paradigmática es, de manera general, lo que en ciertos momentos históricos se determina como conocimiento científico, o bien, como ciencia normal. Esta determinación sobre el conocimiento científico permite establecer, en términos amplios, los problemas o fenómenos que son susceptibles de estudiarse científicamente, los supuestos teóricos que han de guiar el abordaje de esos problemas o fenómenos, los procesos metodológicos a seguir en ello, y las proyecciones de uso y aplicación del conocimiento obtenido. Estas determinaciones impactan, en mayor o menor medida, no sólo en la forma en cómo se plasman las ciencias naturales en las propuestas curriculares, sino también en los contenidos que se sugieren en ellas y en la forma en que se organizan o secuencian. Los planteamientos de Thomas Kuhn permiten delimitar con precisión la idea de estructura paradigmática.

De acuerdo con Kuhn, el desarrollo de la ciencia no es un proceso acumulativo, sino más bien uno de ruptura y reconstrucción. A los periodos de ruptura los llamó "revoluciones científicas" y a los de reconstrucción "ciencia normal". Los de reconstrucción se organizan alrededor de lo que llamó *paradigma*. El paradigma como un todo determina qué problemas se investigan, qué datos se consideran pertinentes, qué técnicas de investigación se utilizan. Sobre esto el sociólogo francés Pierre Bordieu (2003) agrega: "El paradigma es el equivalente de un lenguaje o de una cultura, determina las cuestiones que pueden ser planteadas y las que pueden ser excluidas, lo que se puede pensar y lo que es impensable".

Kuhn, más que ningún otro filósofo de las ciencias, ha insistido en la importancia de la educación en la conformación de la 'ciencia normal':

Sin embargo, puesto que los libros de texto son vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal, siempre que cambien el lenguaje, la estructura de los problemas, o las normas de la ciencia normal, tienen íntegramente, o en parte, que volver a escribirse (Kuhn, 1971, p. 214).

Avalando su importancia, el mismo Kuhn reconoce que los libros de texto no indican cómo se construyó, ni cómo se construye el conocimiento científico

Después de todo, los libros de texto se escriben tiempo después de los descubrimientos y los procedimientos de confirmación cuyos resultados registran. Además se escriben con propósitos pedagógicos. El objetivo de un libro de texto es el de darle al lector, de la manera más económica y fácil de asimilar, un enunciado de los que la comunidad científica contemporánea cree que sabe, así como de los usos principales que puede dársele a ese conocimiento. La información relativa a la forma en que se adquirió ese conocimiento —el descubrimiento— y a la razón de que haya sido aceptado por la profesión —confirmación— es, en el mejor de los casos, un exceso de equipaje. No obstante que incluir esa información podría aumentar los valores "humanistas" del texto y fomentar la educación de científicos más flexibles y creativos, haría también que el texto se alejara de la facilidad de aprender el lenguaje científico contemporáneo. Hasta la fecha sólo el último objetivo ha sido tomado en serio por la mayoría de los escritores de libros de texto de ciencias naturales. En consecuencia, aunque los textos sirvan para que los filósofos descubran la estructura lógica de las teorías científicas terminadas, es probable que sirvan más para confundir que para ayudar al neófito que reclama métodos productivos. Con la misma esperanza, podría buscarse en un libro de texto sobre lenguaje, de nivel universitario, la caracterización autorizada de la literatura correspondiente. Los textos sobre idiomas, como los textos científicos, enseñan a leer la literatura, pero no a crearla ni a evaluarla (Kuhn, 1977, p. 210).

Resultado de lo anterior y aceptando la descripción de Kuhn de ciencia normal, se puede identificar, respecto al currículo de las ciencias (particularmente a nivel preuniversitario o en las asignaturas llamadas Biología General, Física General o Química General en los primeros cursos de las universidades) una posición dominante, que como su nombre lo indica es la que prevalece prácticamente en todo el mundo. Reconocer esta estrecha posición dominante coincide con lo dicho por el mismo Kuhn:

La característica más distintiva de la educación científica es que, en una extensión no compartida con ningún otro campo creativo o del saber se transmite a través de los libros de texto escritos especialmente para los estudiantes. Cada libro que busca ser utilizado en un determinado curso compite, ya sea en profundidad o en detalles pedagógicos, pero prácticamente nunca en estructura conceptual [...] los libros de texto no abordan los problemas que los científicos profesionales enfrentan o la variedad de técnicas que la experiencia les ha mostrado son capaces de utilizar para resolverlos. En su lugar, los libros de texto, exhiben una colección de problemas-solución que los científicos profesionales han aceptado como paradigmáticos, pidiéndosele a los alumnos que, ya sea con lápiz y papel o en el laboratorio, los resuelvan utilizando los métodos y/o sustancias que han mostrado con anterioridad en sus páginas (Kuhn, 1963, pp. 350-351).

La ciencia normal privilegia el trabajo técnicamente preciso y lógicamente riguroso y es alrededor de la cual se forman los docentes y los alumnos en prácticamente todo el mundo. Así, se puede interpretar el currículo de las diversas ciencias como educación científica normal con las siguientes características:

- 1) La educación científica normal prepara a los estudiantes para hacer ciencia normal.
- 2) La educación científica normal es la forma dominante y normal en la que se enseñan las ciencias en prácticamente todos los niveles, lo cual la hace paradigmática.
- 3) La educación científica normal contiene, de manera implícita, normas respecto a la ciencia, la filosofía y la pedagogía.

En el anexo 1 se muestra la *Estructura Curricular Paradigmática* de la Biología, la Física y la Química como la muestran los índices de algunos de los libros de texto de estas disciplinas más utilizados en la educación media superior, así como a nivel licenciatura. En pocas palabras la Estructura Curricular Paradigmática es lo que la mayoría de las personas de este país y del resto del mundo, con la educación adecuada, entienden por Biología, Física y Química.

Una vez identificados los ejes de comparación se revisaron los documentos curriculares, que lograron recuperarse de los sitios web oficiales de los ministerios de educación de los países considerados, así como también de los que se recibieron en formato físico mediante el apoyo y colaboración de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) y de otras instituciones.<sup>6</sup> Adicionalmente, se contemplaron otras fuentes para ampliar la información con respecto a los ejes de comparación de cada uno de los países analizados.

Posteriormente, se procedió a identificar en ellos cada uno de los ejes, conforme al siguiente procedimiento:

- *Naturaleza de la ciencia.* Para este eje se asignaron los números 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, para cada uno de los puntos propuestos por Lederman (2002). Así, cuando al presentar un determinado

<sup>6</sup> Se agradece el apoyo para la obtención de los documentos curriculares de Holanda y Corea del Sur, a la Lic. Lizeth Galván Cortés (Directora General de Cooperación Educativa y Cultural de la Secretaría de Relaciones Exteriores) al Emb. Bruno Figueroa, Director General de Cooperación Técnica y Científica de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo; a la Lic. Karla Zarco de Nuffic Neso México y a la Lic América Tessian, del Centro Cultural Coreano.

tema de ciencia se indicaba que los resultados o las teorías propuestas lo eran por el seguimiento del método científico, se marcaba con el número 6, o con el número 7 si se especificaba que el conocimiento científico era provisional. Se asignó el número 0 cuando no se reconocía ninguna mención explícita a ninguno de los puntos indicados por Lederman.

- *Contexto.* Se procedió a marcar un contenido específico con un 1 (de Modelo 1) cuando se hacía mención únicamente a su característica científica (por ejemplo, "Descripción del movimiento y las fuerzas", "nomenclatura química inorgánica", etcétera), pero, si se indicaba alguna relación con la sociedad, se le otorgó un 2 (de Modelo 2) como puede ser: "Las propiedades de los materiales y su clasificación química". Finalmente, a la indicación expresa de la comunidad estudiantil se le otorgaba un 3, de Modelo 3, como es el caso de la educación infantil en Brasil en donde se indica:

Art. 8º: IV. El establecimiento de una relación efectiva con la comunidad local y de mecanismos que garanticen la gestión democrática y la consideración de los saberes de la comunidad: Garantizada la autonomía de los pueblos indígenas en la escuela de los modos de educación de sus niños de 0 a 5 años de edad, las propuestas pedagógicas para los pueblos que optaran por la Educación Infantil deben: proporcionar una relación viva con los conocimientos, creencias, valores, concepciones del mundo y las memorias de su pueblo; reafirmar la identidad étnica y la lengua materna como elementos de constitución de los niños.

- *Evaluación.* Se asignaron los números 1, 2 o 3 cuando se indicaba alguna o varias de las tres modalidades de evaluación: 1) diagnóstica, 2) formativa y 3) sumativa. Así, por ejemplo, en el apartado "Modalidades de trabajo" de 3º a 6º de primaria dice: "Propiciar un proceso de evaluación formativa que proporcione información para retroalimentar y mejorar los procesos de aprendizaje" (SEP, 3º de primaria, 2013, p. 88; SEP, 4º de primaria, 2013, p. 90; SEP, 5º de primaria, 2013, p. 92; SEP, 6º de primaria, 2013, p. 92), por lo que se marcó con un 2. Otro ejemplo, en la asignatura de Química en la Escuela Nacional Preparatoria en el tema "La energía, la materia y el cambio" se marcó con un 1, una vez que el programa dice: "Discusión grupal sobre los preconceptos que tienen los alumnos acerca de la energía, de los tipos de energía y de sus transformaciones" (UNAM, ENP, 1998, p. 5).
- *Trabajos prácticos.* Se marcó con los números 1, 2 o 3 cuando se pudo reconocer la realización de trabajos caracterizados con estas modalidades. Así en el caso de Chile en la educación media superior en el tema de "La materia y sus transformaciones; el calor y la temperatura" se reconoció un trabajo de investigación experimental (3b) una vez que en el currículo se indica:

En la actividad 5 del AE 02 se propone "Diseñar un experimento para calcular la eficiencia, utilizando su definición y su método" y en la actividad 7 del mismo AE se pide "Demostrar experimentalmente que los puntos de fusión y ebullición dependen de la presión".

Por otro lado, en el caso de Corea en el quinto año de la Educación básica en el tema "el mundo de los microorganismos" se indica:

- a) Observar y describir las características de los microorganismos alrededor nuestro; b) Discutir la relación entre los microorganismos y la vida humana; c) Investigar

como los virus, las bacterias y los hongos influyen en la salud humana. Por eso se marcó este tema con los números 2 y 3a.

A fin de “poner a prueba” los ejes de análisis, se trabajó en un primer momento los documentos curriculares de México y de Chile; ello permitió establecer criterios comunes en el análisis para todos los miembros del equipo de trabajo y proceder así a revisar las propuestas curriculares de los países considerados. Cuando, con la integración de los resultados, se reconocían diferencias o discrepancias, se procedía a su discusión, revisión y corrección. Los resultados de dicho análisis, tanto para los currículos de cumplimiento obligatorio, como el caso de México, o los propuestos a nivel nacional, como lo son el de Chile y Corea del Sur, o los totalmente abiertos, como lo son el de Brasil, Estados Unidos de América y Holanda se indican en el anexo 2.

Con la información clasificada alrededor de estos seis ejes se procedió a responder tres preguntas fundamentales que caracterizan a los currículos:

1. ¿Para qué enseñar ciencias naturales?
2. ¿Qué enseñar de las ciencias naturales?
3. ¿Cómo enseñar y evaluar las ciencias naturales?

Para la primera de las preguntas se procedió a revisar también los documentos públicos de las entidades educativas nacionales de los países seleccionados para el estudio (Brasil, Chile, Corea del Sur, Estados Unidos de América y Holanda) en las que generalmente se indican los propósitos reconocidos por los diferentes países sobre el valor de la educación. La relación entre los ejes de comparación y las preguntas sobre el currículo se indican en la tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Relación entre ejes de comparación y preguntas curriculares

Pregunta	Ejes de comparación				
	1	2	3	4	5
¿Para qué enseñar?		X			
¿Qué enseñar?	X	X			X
¿Cómo enseñar y evaluar?		X	X	X	

Este ejercicio abonó a una primera comparación entre países, para ganar en comprensión sobre la propuesta mexicana. Posteriormente el análisis descriptivo comparativo permitió mirar la propuesta curricular mexicana para enseñar ciencias naturales en la educación obligatoria a la luz de las siguientes dimensiones del currículo:

*Relevancia:* se refiere a cómo, desde los planteamientos curriculares, se busca dar respuesta a los requerimientos sociales, buscando la formación de sujetos que puedan incorporarse plenamente a la construcción de una mejor sociedad. Esta dimensión remite, en sentido general, a la trascendencia del diseño curricular para responder tanto a los cambios y fundamentos del conocimiento científico como a la manera en que se busca responder, atender o resolver ciertas necesidades sociales.

*Pertinencia:* que los fundamentos, contenidos, formas de enseñanza, aprendizaje y evaluación respondan a las características y necesidades de los alumnos. Este criterio está íntimamente ligado con la adaptabilidad, pues ésta se favorece en la medida en que un currículo sea pertinente.

*Consistencia:* hace referencia a la relación de solidez, semejanza, continuidad o ruptura entre los elementos que conforman el diseño curricular. Esta dimensión de las propuestas curriculares implica que los elementos que las articulan (p. e. objetivos, contenidos, forma de trabajo y de evaluación), además de tener una relación coherente, estén orientados, en el mismo camino y direccionalidad, hacia el logro de las intenciones educativas en un mismo nivel educativo.

*Congruencia:* refiere a la continuidad de la orientación que se les da a los elementos que articulan las propuestas curriculares, ya sea en cada nivel educativo o a lo largo de la educación obligatoria. Esta dimensión está en función de la consistencia entre los elementos que articulan el diseño curricular (y que permiten identificar la solidez de un trayecto formativo).

Estas dimensiones del currículo se consideraron referentes clave en la búsqueda de evidencias de cómo, desde lo que se plantea en los documentos curriculares, se contribuye o no a garantizar el derecho a una educación de calidad con equidad. Las dimensiones de calidad del currículo descritas previamente, fueron utilizadas sólo para valorar, de manera reflexiva y crítica, los elementos de las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria en México.

#### 1.4. Criterios para la selección de las propuestas curriculares consideradas en el estudio

La comparación del currículo mexicano de ciencias se realizó contra lo expresado en propuestas curriculares de cinco países, las cuales fueron seleccionadas considerando los siguientes criterios:

- Respecto a las cualidades del país: índice de desarrollo humano, población y porcentaje del producto interno bruto (PIB) destinado a la educación.
- Respecto a las características del currículo del país: resultados de desempeño en pruebas internacionales, disponibilidad y acceso de los documentos curriculares e idioma de los documentos curriculares.

En función de los criterios anteriores, se consideraron propuestas curriculares vigentes en Brasil, Chile, Corea del Sur, Estados Unidos de América y Holanda. La muestra consideró países de cuatro continentes, dos países latinoamericanos muy diferentes entre sí, pero que por su condición geográfica comparten experiencias históricas semejantes a la mexicana (Brasil y Chile), uno con mejor y otro con peor desempeño que México en el Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés). La propuesta del Proyecto 2061, de Estados Unidos de América ha sido considerada un referente importante para las discusiones sobre la enseñanza de las ciencias y tiene una organización distinta en muchos sentidos a las demás. De Europa se estudió a Holanda, país que ha gravitado entre las experiencias del Reino Unido y Alemania, pero actualmente ha construido una tradición propia. Finalmente, de Asia se tomó el caso de Corea del Sur, país que hace sesenta años estaba en guerra civil y que hoy es una de las principales economías del mundo, además de tener de entre todos los países considerados las mejores evaluaciones de PISA.

La tabla 1.2 condensa los principales indicadores que se consideraron para seleccionar los países que participaron en el estudio comparativo:

**Tabla 1.2.** Indicadores de los países considerados en el análisis comparativo

Criterios	Brasil	Chile	Corea del Sur	Estados Unidos	Holanda	México
Media de desempeño PISA 2006	390	438	522	489	525	410
Índice de desarrollo humano	0.744	0.822	0.91	0.914	0.915	0.756
Población	200 361 925	17 619 708	50 219 669	316 128 839	16 804 224	122 332 399
Porcentaje de PIB en educación	5.8	4.5	5.2	5.4	5.9	5.2
Idioma de los documentos	Portugués	Español	Coreano Inglés	Inglés	Neerlandés Inglés	Español

A continuación, se señalan algunas características generales de los países considerados para el análisis comparado a partir de los criterios señalados previamente. En el anexo 3 se ofrece información más detallada en torno a las características de los sistemas educativos de cada uno de estos países.

*Brasil.* La mayor economía de América Latina tiene importantes desequilibrios sociales. Su índice de desarrollo humano es más bajo que el de México, tiene más estudiantes por profesor en las escuelas socioeconómicamente desprotegidas, gasta menos dinero que nuestro país por estudiante, pero al mismo tiempo, particularmente los últimos años, emplea más dinero de su PIB en educación. En PISA, particularmente en el área de ciencias, sus estudiantes de 15 años obtienen resultados más bajos que los mexicanos. Una particularidad de este país, es que cada escuela tiene autonomía para construir su proyecto educativo, el cual involucra aspectos pedagógicos, administrativos y de gestión financiera. En este sentido, curricularmente se dispone de una base nacional común y una parte diversificada como orientaciones generales.

*Chile.* Uno de los países menos desiguales de América Latina, a pesar de tener un número significativo de población indígena en el sur con lengua y tradiciones propias (mapuche). País con el que se comparte la lengua y además sus estudiantes obtienen la mejor evaluación de PISA de entre todos los de la región. En Chile la propuesta curricular es centralizada y poco diversificada, contrariamente una de las características del sistema educativo chileno es la variedad de formas de sostenimiento de las escuelas

*Corea del Sur.* Sus estudiantes son de los mejores evaluados en la prueba PISA, sistemáticamente. Es el país en el que la relación de alumnos por docentes es la menor en comparación con los países aquí considerados. La organización del currículo en Corea es controlada por el gobierno central; sin embargo, existe cierta flexibilidad para que sean los propios centros escolares quienes adapten el currículo de acuerdo con su contexto.

*Estados Unidos de América.* Es de entre los países estudiados el que más dinero gasta por alumno; a pesar de poseer un mejor Índice de Desarrollo Humano (IDH), tiene peores resultados en PISA que Corea del Sur. Es importante mencionar que, dado que el currículo de Estados Unidos

de América no es centralizado, existen diferentes propuestas curriculares, en el caso de este estudio se considerará será el Proyecto 2061 "Ciencia para todos los americanos",<sup>7</sup> lanzado en 1990 por la American Association for the Advancement of Science (Rutherford, 1990).

*Holanda.* Sin ser una de las grandes potencias actuales guarda un lugar privilegiado en el desarrollo educativo, particularmente de la tecnología. A pesar de tener mejores resultados en PISA que la mayoría de los países estudiados, es el único en los que sus estudiantes retrocedieron en su rendimiento. Al igual que el caso de Estados Unidos de América, el currículo es sumamente descentralizado, aunque sí existe una agencia del gobierno que determina ciertas directrices que los centros escolares deben de cumplir independientemente si son públicas, privadas o comunitarias.

En la mayoría de los países analizados se tiene libertad o al menos flexibilidad para que cada institución educativa pueda establecer su propio diseño curricular, obedeciendo ciertos lineamientos u objetivos generales de aprendizaje. Esto es evidente en el currículo de Holanda, Brasil y Estados Unidos de América. En el caso de Chile y Corea del Sur, aunque existen unas *Bases Curriculares* (Chile) o un *Marco General Curricular* (Corea del Sur) con objetivos, contenidos, evaluaciones y en algunos casos, hasta actividades propuestas, en ambos casos también se abre la posibilidad de que cada escuela genere sus propios programas,<sup>8</sup> a diferencia de la educación básica de México en la que hay un currículo establecido de manera centralizada y de carácter obligatorio en todo el país.

En cuanto a la estructura, en todos pueden identificarse los tres niveles educativos: preescolar o infantil, básica (que puede comprender lo que en México se considera primaria y secundaria) y nivel medio (que corresponde al bachillerato, aunque en algunos sistemas se le denomina educación secundaria) con un promedio de 12 años de estudio previos a la educación superior (cuadro 1.1).

El cuadro 1.2 muestra un comparativo de los grados y niveles educativos en los que se enseñan las ciencias naturales en los países considerados en el estudio, según datos de los documentos curriculares que fueron recuperados. Este mismo cuadro permite identificar la forma en que se denominan las asignaturas en cada uno de los países.

Como se puede observar en el cuadro 1.2, hay diferencias importantes en cuanto a los momentos en los que se enseñan las ciencias naturales en los niveles educativos de los países considerados en el estudio. Por ejemplo, en México es muy claro que la enseñanza de las ciencias abarca desde los tres años (preescolar) hasta los 17 años (educación media superior), lo cual no ocurre en Brasil, cuya enseñanza inicia a los 6 años de edad escolar.

<sup>7</sup> Nota del editor: el título original del proyecto es "Science for all americans"; se entiende que su población objetivo son los estadounidenses.

<sup>8</sup> En el caso de Chile, claramente se establece que: "Las Bases Curriculares constituyen, asimismo, la referente base para los establecimientos que deseen elaborar programas propios [...] son lo suficientemente flexibles para adaptarse a las múltiples realidades educativas..." (Chile-CN1º básico, p. 8). En el caso de Corea del Sur, se declara que el Currículo de la República de Corea del Sur está diseñado para: "Promover la autonomía de las escuelas locales en la organización e implementación de sus propios currículos" (Ministry of Education, Science and Technology, 2008, p. 5).

**Cuadro 1.1.** Comparación de los niveles de educación obligatoria

Edad de ingreso	Brasil	Chile	Corea del Sur	Estados Unidos	Holanda	México
3	Infantil					1° Preescolar
4	Infantil				1° Primaria	2° Preescolar
5	Infantil				2° Primaria	3° Preescolar
6	1° Fundamental	1° Básico		K-1	3° Primaria	1° Primaria
7	2° Fundamental	2° Básico		K-2	4° Primaria	2° Primaria
8	3° Fundamental	3° Básico	3 Elementary	K-3	5° Primaria	3° Primaria
9	4° Fundamental	4° Básico	4 Elementary	K-4	6° Primaria	4° Primaria
10	5° Fundamental	5° Básico	5 Elementary	K-5	7° Primaria	5° Primaria
11	6° Fundamental	6° Básico	6 Elementary	K-6	8° Primaria	6° Primaria
12	7° Fundamental	7° Básico	7 Middle	K-7	1° Secundaria	1° Secundaria
13	8° Fundamental	8° Básico	8 Middle	K-8	2° Secundaria	2° Secundaria
14	9° Fundamental	1° Medio	9 Middle	K-9	3° Secundaria	3° Secundaria
15	1° Medio	2° Medio	10 High	K-10		1° Bachillerato
16	2° Medio			K-11		2° Bachillerato
17	3° Medio			K-12		3° Bachillerato

**Cuadro 1.2.** Comparación de la denominación de las asignaturas asociadas a Ciencias Naturales

Edad de ingreso	Brasil	Chile	Corea del Sur	Estados Unidos	Holanda	México
3						Exploración y Conocimiento del Mundo-Mundo Natural
4						
5						
6	Ciencias Naturales	Ciencias de la vida, físicas, químicas, de la Tierra y el Universo	Ciencia: movimiento y energía, materiales, vida y Tierra y espacio	Ciencia: la naturaleza de la ciencia, la naturaleza de las matemáticas, la naturaleza de la tecnología, el entorno físico, el ambiente vivo, el organismo humano, sociedad humana, el mundo diseñado, el mundo matemático, perspectivas históricas, temas comunes y hábitos de la mente	Orientación Personal y en el Mundo-Naturaleza y Tecnología	Exploración de la Naturaleza y la Sociedad
7						
8						
9					Hombre y Naturaleza	Ciencias Naturales
10						
11						
12	Biología, Física y Química	Biología				
13		Física				
14	Ciencias Naturales: Biología, Física y Química					Química
15						Biología, Física, Química, etcétera
16						
17						

# 2

## Generalidades y características del currículo de ciencias naturales en México

### 2.1. Marco legal y características de la educación obligatoria en México

La educación obligatoria en México está conformada por cuatro niveles educativos: educación preescolar, primaria y secundaria, que en su conjunto forman la educación básica (EB), y la educación media superior (EMS). Esta conformación data de épocas muy recientes. Hasta 1993 sólo la educación primaria era obligatoria; a partir de ese año se incorporó la educación secundaria, en 2002 el preescolar, y hasta 2012 la EMS.

No se analizarán aquí las implicaciones que estas decisiones de inclusión de los niveles educativos a la educación obligatoria, pero sí es importante señalar que su incorporación en diferentes momentos no siempre ha estado aparejada a una discusión sobre la necesidad de revisar el currículo. Hacer obligatorio alguno de estos niveles educativos implica considerarlo como una oferta que ya no está destinada a un sector específico de la población, sino que ha de atender a todos los niños y jóvenes; por tanto, sus propósitos deben ser pertinentes para toda la población. Éste es un asunto de la mayor importancia, al cual se aludirá en el capítulo 4 de este informe. La tabla 2.1 muestra los niveles educativos que conforman la EB, su duración y la edad típica en la que se cursa cada uno. La última columna refiere al número de alumnos inscritos en cada nivel.

Tabla 2.1. La educación obligatoria en México

Nivel educativo	Duración	Edad	Matrícula
Preescolar	3 años	3-5 años	4 786 956
Primaria	6 años	5-11 años	14 580 379
Secundaria	3 años	12-14-años	6 571 858
Media superior	3 años	15-17 años	4 682 336

Fuente: INEE, 2015.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece los principios fundamentales bajo los cuales debe organizarse la educación en México:

Todo individuo tiene derecho a recibir educación. El Estado Federación, Estados, Distrito Federal y Municipios, impartirá educación preescolar, primaria, secundaria y media superior. La educación preescolar, primaria y secundaria conforman la educación básica; ésta y la media superior serán obligatorias.

La educación que imparta el Estado tenderá a desarrollar armónicamente, todas las facultades del ser humano y fomentará en él, a la vez, el amor a la Patria, el respeto a los derechos humanos y la conciencia de la solidaridad internacional, en la independencia y en la justicia.

El Estado garantizará la calidad en la educación obligatoria de manera que los materiales y métodos educativos, la organización escolar, la infraestructura educativa y la idoneidad de los docentes y los directivos garanticen el máximo logro de aprendizaje de los educandos.

- I. Garantizada por el artículo 24 la libertad de creencias, dicha educación será laica y, por tanto, se mantendrá por completo ajena a cualquier doctrina religiosa;
- II. El criterio que orientará a esa educación se basará en los resultados del progreso científico, luchará contra la ignorancia y sus efectos, las servidumbres, los fanatismos y los prejuicios.

El texto constitucional arriba señalado requiere al menos tres precisiones. La primera se refiere a las diferencias entre tipos educativos; hay una clara frontera entre la denominada EB, fundamentalmente unitaria, y las muchas y diferentes versiones de la EMS, integrada por el bachillerato general, el tecnológico y el profesional técnico. Al respecto, en la Ley General de Educación (LGE) se establece para la EB que:<sup>1</sup>

Constituyen el sistema educativo nacional: los planes, programas, métodos y materiales educativos (LGE, art. 10).

Corresponden de manera exclusiva a la autoridad educativa federal las atribuciones siguientes: Determinar para toda la República los planes y programas de estudio para la educación primaria, la secundaria, la normal y demás para la formación de maestros de educación básica, a cuyo efecto se considerará la opinión de las autoridades educativas locales y de los diversos sectores sociales involucrados en la educación en los términos del Artículo 48; Fijar los requisitos pedagógicos de los planes y programas de educación inicial y preescolar que, en su caso, formulen los particulares.

[...] La Secretaría determinará los planes y programas de estudio, aplicables y obligatorios en toda la República, de la educación primaria, la secundaria, la educación normal y demás para la formación de maestros de educación básica (LGE, art. 12).

<sup>1</sup> De acuerdo con la LGE, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 13 de julio 1993 (última reforma aplicada 13/03/2013).

Así, en el 2011 se publicó el Acuerdo Secretarial 592 en el que se establece la articulación de la EB y se presentan los planes y programas de estudios de cumplimiento obligatorio a nivel nacional.

Para el caso de la EMS, la LGE, en el artículo 12, fracción IX bis, señala que corresponde a la autoridad educativa: “Coordinar un sistema de educación media superior a nivel nacional que establezca un marco curricular común para este tipo educativo, con respeto al federalismo, la autonomía universitaria y la diversidad educativa”. En 2008 se publica el acuerdo secretarial 442, en el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) en un marco de diversidad, por lo cual se lleva a cabo la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS). La RIEMS giró en torno a cuatro ejes: 1) un Marco Curricular Común (MCC) basado en competencias, 2) la definición y regularización de las distintas modalidades de la oferta, 3) la instrumentación de mecanismos de gestión para permitir el adecuado tránsito de la propuesta, y 4) un modelo de certificación de los egresados del SNB (DOF, 2008). De manera particular, el primer eje puede concebirse como medular de la RIEMS, ya que con él se buscó articular los planes y programas de estudio de las distintas modalidades y subsistemas de la EMS que se ofertan en el país. Al respecto, se señaló lo siguiente:

[El MCC]... Comprende una serie de desempeños terminales expresados como (I) competencias genéricas, (II) competencias disciplinares básicas, (III) competencias disciplinares extendidas (de carácter propedéutico) y (IV) competencias profesionales (para el trabajo). Todas las modalidades y subsistemas de la EMS compartirán el MCC para la organización de sus planes y programas de estudio. Específicamente, las dos primeras competencias serán comunes a toda la oferta académica del SNB. Por su parte, las dos últimas se podrán definir según los objetivos específicos y necesidades de cada subsistema e institución, bajo los lineamientos que establezca el SNB.

Así, a diferencia de otros países, México cuenta con un solo plan de estudios para toda la EB<sup>2</sup> y con decenas de diferentes programas de ciencias naturales a nivel medio superior considerados en el MCC. De todos ellos se eligieron cinco programas que representan poco más de la mitad de toda la matrícula de este nivel educativo, y que directa o indirectamente se imparten en todo el país. Estos programas son los correspondientes a las siguientes instituciones:

- Dirección General de Bachillerato (DGB)
- Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI)<sup>3</sup>
- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP)
- Escuela Nacional Preparatoria (ENP)
- Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)

La segunda precisión es que tanto los tres niveles que conforman la EB, así como la EMS, asumen un enfoque educativo basado en el desarrollo de competencias. En el nivel medio superior las competencias, que aparentemente son un fin en sí mismas, se definen así:

<sup>2</sup> Es necesario reconocer que, como se puede apreciar en el anexo 1, la propia norma señala la necesidad de definir marcos curriculares para poblaciones específicas, aunque deben apegarse al plan y programas de estudios del nivel correspondiente.

<sup>3</sup> Si bien el estudio se enfocó al análisis de los planes y programas de la DGETI, según señala el Acuerdo Secretarial 653, éstos corresponden a todas las modalidades del bachillerato tecnológico.

Una competencia es la integración de habilidades, conocimientos y actitudes en un contexto específico. Esta estructura reordena y enriquece los planes y programas de estudio existentes y se adapta a sus objetivos; no busca reemplazarlos, sino complementarlos y especificarlos. Define estándares compartidos que hacen más flexible y pertinente el currículo de la EMS (DOF, 26/IX/2008).

En el mismo Acuerdo 442 aparecido en el *Diario Oficial* se indican algunas de las características sobresalientes de las competencias:

Este concepto permite superar el hecho de que los planes de estudio actuales están estructurados en torno a unidades de agrupación del conocimiento muy diversas: objetivos de aprendizaje, disciplinas, asignaturas, ejes transversales, temarios, unidades didácticas, módulos, entre otros. Las competencias son la unidad común para establecer los mínimos requeridos para obtener el certificado de bachillerato sin que las instituciones renuncien a su particular forma de organización curricular. Además de permitirnos definir en una unidad común los conocimientos, habilidades y actitudes que el egresado debe poseer, sería posible la convivencia de estructuras curriculares y planes de estudio diversos; asimismo se facilitaría ubicar patrones y perfiles compartidos para el reconocimiento de equivalencias y certificaciones conjuntas.

Para el enfoque de competencias, como para el constructivismo, es más importante la calidad del proceso de aprendizaje que la cantidad de datos memorizados. En todo caso, la sociedad contemporánea se caracteriza, entre otras cosas, por el cúmulo de información creciente y disponible en diversos medios. Los estudiantes eficaces deberán ser capaces no tanto de almacenar los conocimientos sino de saber dónde y cómo buscarlos y procesarlos.

En ese sentido, el enfoque de competencias, amarrado al constructivismo, puede enriquecer la calidad de la educación al engarzar los propósitos educativos con los métodos para alcanzarlos (DOF, 26/IX/2008).

La tercera precisión alude a la evidente desigualdad en el Sistema Educativo Nacional (SEN), a pesar de lo señalado en la Constitución, a casi un siglo de su promulgación. Los datos presentados en la tabla 2.2 son una evidencia al respecto.

Estas desigualdades están relacionadas con el currículo en un doble sentido. En primer lugar, porque las condiciones en las que se implementa el currículo en los diferentes tipos de servicio no son las mismas, y las poblaciones que viven en localidades con mayor grado de marginación típicamente tienen condiciones menos favorables para una adecuada implementación. En segundo lugar, porque el diseño curricular no suele tomar en consideración estas diferencias, aunque declarativamente se asuma que debe hacerse, como en el caso de la EB, pues en el Acuerdo 592 (pp. 49-57) se señala con toda claridad que habrán de elaborarse los marcos curriculares para poblaciones específicas, que tomen en cuenta estas diferentes condiciones de trabajo en las escuelas.

Así, en educación preescolar y primaria, el servicio general se caracteriza porque su modelo supone un docente por grado que no está obligado a impartir sus clases en alguna lengua indígena, a diferencia del tipo de servicio indígena, el cual se planea bilingüe y bicultural, e igualmente su modelo implica un docente por grado. Sin embargo, esas condiciones no se cumplen del todo,

**Tabla 2.2. Grado de marginación en el Sistema Educativo Nacional**

Nivel educativo	Tipo educativo	Tipo de servicio	Grado de marginación <sup>1</sup>	Tamaño de la localidad <sup>2</sup>
Educación básica (25.9)	Preescolar (4.8)	General (4.2)	1.3	0.8
		Indígena (0.4)	0.4	0.3
		Comunitario (0.2)	0.1	0.2
	Primaria (14.8)	General (13.8)	4.9	3.0
		Indígena (0.8)	0.8	0.7
		Comunitaria (0.1)	0.1	0.1
	Secundaria (6.3)	General (3.2)	0.7	0.2
		Técnica (1.8)	0.5	0.2
		Telesecundaria (1.3)	1.0	1.0
		Trabajadores (0.0)		
Educación media superior (4.5)	Bachillerato (4.0)	General (2.7)	0.8	0.4
		Tecnológico (1.4)	0.3	0.1
	Educación profesional (0.4)	Profesional técnico (0.4)	0.6	0.0

<sup>1</sup> Millones de alumnos en grado de marginación alto y muy alto.

<sup>2</sup> Millones de alumnos en localidades con menos de 2 500 habitantes.

Fuente: INEE, 2015.

pues existe una cantidad importante de docentes de escuelas indígenas que no hablan la lengua de sus alumnos, así como de escuelas generales (33%) e indígenas (casi 70%) en las cuales los docentes se encargan de atender alumnos de dos o más grados.

Por su parte, las escuelas comunitarias surgieron como un servicio emergente para ofrecer educación a pequeñas comunidades rurales e indígenas, así como a campamentos para población jornalera, agrícola migrante y, en menor medida, a comunidades urbanas marginadas. Se distinguen por su organización pedagógica multigrado; es decir, todos los docentes atienden a todos los grados escolares (sin ser profesionales de la enseñanza, pues son jóvenes instructores con un nivel máximo de estudios de educación secundaria o EMS, que han sido habilitados como maestros). En educación secundaria, las modalidades general y técnica suponen un docente por asignatura; en telesecundaria, un docente por grado, y en comunitaria un docente, generalmente, para los tres grados escolares.

En cuanto a EMS, además de las opciones educativas del gobierno federal, hay una importante participación de los gobiernos estatales, del sector privado y de las universidades en la creación y sostenimiento de otras alternativas escolares. A diferencia de la EB, donde la federación define el currículo nacional para sus tres niveles educativos con un componente regional muy pequeño, cuyo contenido se formula conjuntamente entre la federación y los sistemas educativos estatales, en EMS las opciones escolares siguen una gran variedad de programas y se regulan con normatividades, instituciones e instancias administrativas que les permiten un funcionamiento relativamente autónomo desarticulado. La desigualdad que niega la inclusión total de los niños y jóvenes mexicanos en su

Sistema Educativo, ha sido señalada de manera reiterada en múltiples foros y publicaciones, entre los que destacan los informes del INEE (2010, 2014).

Puede afirmarse entonces que, para lograr el pleno ejercicio del derecho a la educación México tiene aún un largo camino por delante. Esta inequidad impacta a todos los ámbitos de lo educativo, incluido el curricular.

## 2.2. El currículo de la educación obligatoria en México y sus orientaciones pedagógicas

Como se señaló arriba, el currículo vigente para la EB está planteado en el "Acuerdo número 592 por el que se establece la Articulación de la Educación Básica", publicado en el año 2011. En él se establece el currículo nacional para este tipo educativo, señalando como intención el "articular, actualizar y dirigir" los tres niveles que componen la EB obligatoria: preescolar, primaria y secundaria. Por otro lado, se señala también que la oferta de EB se distribuye en cuatro periodos escolares: el preescolar, dos de primaria (de primero a tercer grado y de cuarto a sexto grado) y uno de secundaria, aunque no queda claro qué implicaciones tienen estos periodos para el currículo.

El Acuerdo 592 se dio en el marco de lo que el gobierno federal llamó la Reforma Integral a la Educación Básica (RIEB) y fue producto de una revisión de los planes y programas de estudio de preescolar (2004), primaria (1993) y secundaria (2006). De manera general, declaró como intención favorecer el desarrollo de competencias para la vida y el logro del perfil de egreso de todos los alumnos de preescolar, primaria y secundaria e integró, además de dichas competencias, aprendizajes esperados y el establecimiento de estándares curriculares, de desempeño docente y de gestión. En su elaboración participaron, en coordinación con la Secretaría de Educación Pública (SEP), distintos actores educativos: las secretarías de educación de las entidades federativas, organismos internacionales, el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE), organismos empresariales nacionales, universidades públicas, entre otros.

Según se señala en los documentos oficiales, la RIEB se impulsa debido a la serie de transformaciones sociales, económicas, políticas y culturales ocurridas en el país en los últimos años del siglo XX y los primeros del XXI. Una sociedad mexicana diversa culturalmente, con mayores conquistas ciudadanas y que transita hacia una economía centrada en los servicios en un mundo globalizado demanda que el sistema educativo nacional se organice "para que cada estudiante desarrolle competencias que le permitan desenvolverse en una economía donde el conocimiento es fuente principal para la creación de valor" (Acuerdo 592, p. 12). De ahí que se plantee una propuesta con carácter flexible, integrado y abierto a la innovación.

En el *Plan de Estudios 2011. Educación Básica* (SEP, 2011) se establece el perfil de egreso de la EB, el cual define el tipo de estudiante que se espera formar en el transcurso de la escolaridad básica y tiene un papel preponderante en el proceso de articulación de los tres niveles. Además "plantea rasgos deseables que los estudiantes deberán mostrar al término de la Educación Básica, como garantía de que podrán desenvolverse satisfactoriamente en cualquier ámbito en el que decidan continuar su desarrollo" (SEP, 2011, p. 39); estos rasgos se muestran en el cuadro 2.1. Se espera que el logro del perfil de egreso se manifieste de forma paulatina y sistemática con el alcance de los aprendizajes esperados y los estándares curriculares.

### Cuadro 2.1. Rasgos del perfil de egreso que logrará el estudiante al final de la educación obligatoria

- 
- a) Utiliza el lenguaje materno, oral y escrito para comunicarse con claridad y fluidez, e interactuar en distintos contextos sociales y culturales; además, posee herramientas básicas para comunicarse en inglés.
  - b) Argumenta y razona al analizar situaciones, identifica problemas, formula preguntas, emite juicios, propone soluciones, aplica estrategias y toma decisiones. Valora los razonamientos y la evidencia proporcionados por otros, y puede modificar, en consecuencia, los propios puntos de vista.
  - c) Busca, selecciona, analiza, evalúa y utiliza la información proveniente de diversas fuentes.
  - d) Interpreta y explica procesos sociales, económicos, financieros, culturales y naturales para tomar decisiones individuales o colectivas que favorezcan a todos.
  - e) Conoce y ejerce los derechos humanos y los valores que favorecen la vida democrática; actúa con responsabilidad social y apego a la ley.
  - f) Asume y practica la interculturalidad como riqueza y forma de convivencia en la diversidad social, cultural y lingüística.
  - g) Conoce y valora sus características y potencialidades como ser humano; sabe trabajar de manera colaborativa; reconoce, respeta y aprecia la diversidad de capacidades en los otros, y emprende y se esfuerza por lograr proyectos personales o colectivos.
  - h) Promueve y asume el cuidado de la salud y el ambiente como condiciones que favorecen un estilo de vida activo y saludable.
  - i) Aprovecha los recursos tecnológicos a su alcance como medios para comunicarse, obtener información y construir conocimiento.
  - j) Reconoce diversas manifestaciones del arte, aprecia la dimensión estética y es capaz de expresarse artísticamente.
- 

Fuente: SEP, 2011, pp. 39-40.

En el *Plan de Estudios 2011* se definen, además, las competencias para la vida, los estándares curriculares, los aprendizajes esperados que, en conjunto, contribuyen al logro del perfil de egreso. Las competencias para la vida movilizan y dirigen las habilidades, el conocimiento, los valores y las actitudes hacia la consecución de objetivos concretos. El *Plan de Estudios 2011* establece cinco competencias: para el aprendizaje permanente, para el manejo de la información, para el manejo de situaciones, para la convivencia y para la vida en sociedad.

Además de lo anterior, el *Plan de Estudios 2011* contiene los principios pedagógicos, el mapa curricular, los marcos y parámetros curriculares para la educación indígena. También contiene apartados asociados a acciones de cambio escolar, tales como el programa de Habilidades Digitales para Todos (HDT) y la reforma a la gestión escolar. El documento finaliza con la descripción de los programas de estudio de las asignaturas en términos de competencias, estándares y aprendizajes esperados.

Los principios pedagógicos que sustentan el *Plan de Estudios 2011* son definidos como las “condiciones esenciales para la implementación del currículo, la transformación de la práctica docente, el logro de los aprendizajes y la mejora de la calidad educativa” (SEP, 2011, p. 26). El cuadro 2.2 concentra estos principios pedagógicos, los cuales abarcan desde la planeación de la enseñanza hasta la gestión y el liderazgo educativo, los cuales se centran en dar resultados en términos del aprendizaje de los estudiantes.

**Cuadro 2.2. Principios pedagógicos que sustentan el Plan de Estudios 2011**

Principios	Definición
1. Centrar la atención en los estudiantes y en sus procesos de aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reconoce que los niños construyen su aprendizaje sobre la base de conocimientos, ideas y creencias que tienen sobre el mundo y de sí mismos, y la necesidad de continuar impulsando su disposición y "capacidad para continuar aprendiendo". Se reconoce la diversidad cultural, lingüística e individual de los niños.</li> </ul>
2. Planificar para potenciar el aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se requiere una planificación de actividades de enseñanza que representen desafíos intelectuales para los niños. Las evidencias de desempeño y los aprendizajes esperados son referentes importantes para la planeación.</li> </ul>
3. Generar ambientes de aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El docente construye y usa estos ambientes para lograr los aprendizajes esperados en los estudiantes. Dichos ambientes incluyen la historia, costumbres y lugares donde vive el niño, y los materiales educativos.</li> </ul>
4. Trabajar en colaboración para construir el aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se refiere a la construcción colectiva de aprendizajes entre alumnos y maestros mediante el descubrimiento, la búsqueda de soluciones, coincidencias y diferencias, definiendo metas comunes y un liderazgo compartido.</li> </ul>
5. Poner énfasis en el desarrollo de competencias, el logro de los estándares curriculares y los aprendizajes esperados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una competencia se define como "la capacidad de responder a diferentes situaciones e implica un saber hacer (habilidades) con saber (conocimiento), así como la valoración de las consecuencias de ese hacer (valores y actitudes)".</li> <li>Los estándares curriculares "son descriptores de logro y definen aquello que los alumnos demostrarán al concluir un periodo escolar" y "el referente para el diseño de instrumentos que, de manera externa, evalúen a los alumnos", equiparables con estándares internacionales. En conjunto con los aprendizajes esperados, son los referentes para evaluaciones nacionales e internacionales que permitirán conocer el avance de los estudiantes durante su tránsito por la educación básica.</li> <li>Los aprendizajes esperados "son indicadores de logro que, en términos de la temporalidad establecida en los programas de estudio, definen lo que se espera de cada alumno en términos de saber, saber hacer y saber ser"; brindan concreción al trabajo docente al volver constatable lo que los estudiantes logran, y constituyen un referente para la planificación y la evaluación en el aula. Además, "gradúan progresivamente los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los valores que los alumnos deben alcanzar para acceder a conocimientos cada vez más complejos, se orientan al logro de los estándares curriculares y al desarrollo de competencias".</li> </ul>
6. Usar materiales educativos para favorecer el aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Que además de utilizar el libro de texto, emplee otros materiales para el aprendizaje permanente, tales como los acervos de bibliotecas escolares y de aula; audiovisuales, multimedia e internet; objetos de aprendizaje (ODA), planes de clase, reactivos, <i>software</i> educativo. Permitirán el disfrute en el uso del tiempo libre, la creación de redes de aprendizaje y la integración de comunidades de aprendizaje.</li> </ul>
7. Evaluar para aprender.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desde un enfoque formativo, la evaluación permite obtener evidencias, elaborar juicios y brindar retroalimentación sobre los logros de aprendizaje de los alumnos a lo largo de su formación. Para que el enfoque formativo de la evaluación sea parte del proceso de aprendizaje, el docente debe compartir con los alumnos y sus madres, padres de familia o tutores lo que se espera que aprendan, así como los criterios de evaluación. Los referentes para la evaluación son los aprendizajes esperados establecidos para la educación básica. Distintos tipos de evaluación: diagnóstica, formativa y sumativa, autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación conducen al mejoramiento del aprendizaje, la evaluación de respetar la lengua indígena de los alumnos.</li> </ul>
8. Favorecer la inclusión para atender a la diversidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los docentes deben promover entre los estudiantes el reconocimiento de la pluralidad social, lingüística y cultural como una característica del país y del mundo en el que viven, y fomentar que la escuela se convierta en un espacio donde la diversidad puede apreciarse y practicarse. Incluye a los alumnos con discapacidad y a los alumnos con aptitudes sobresalientes.</li> </ul>
9. Incorporar temas de relevancia social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se refieren a la atención a la diversidad, la equidad de género, la educación para la salud, la educación sexual, la educación ambiental para la sustentabilidad, la educación financiera, la educación del consumidor, la prevención de la violencia escolar –bullying–, la educación para la paz y los derechos humanos, la educación vial, y la educación en valores y ciudadanía que se abordan a lo largo de la educación básica.</li> </ul>

Principios	Definición
10. Renovar el pacto entre el estudiante, el docente, la familia y la escuela.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asociado a la aplicación de reglas con mayor participación de alumnos y padres de familia, que permita un mayor compromiso y respeto de las normas.</li> </ul>
11. Reorientar el liderazgo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implica reorientar el liderazgo un compromiso personal y con el grupo, y una relación horizontal en la que el diálogo informado favorezca la toma de decisiones centrada en el aprendizaje de los alumnos. Es determinante para el aseguramiento de propósitos que resultan fundamentales para la calidad educativa, la transformación de la organización y el funcionamiento interno de las escuelas, el desarrollo de una gestión institucional centrada en la escuela y el aseguramiento de los aprendizajes.</li> </ul>
12. La tutoría y la asesoría académica a la escuela.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La tutoría se concibe como el conjunto de alternativas de atención individualizada que parte de un diagnóstico. Sus destinatarios son estudiantes o docentes. Tanto la tutoría como la asesoría suponen un acompañamiento cercano; esto es, concebir a la escuela como un espacio de aprendizaje y reconocer que el tutor y el asesor también aprenden.</li> </ul>

El currículo para la EB —preescolar, primaria y secundaria— se organiza en cuatro campos de formación que articulan los espacios curriculares, los cuales tienen un carácter interactivo entre sí y son congruentes con las competencias para la vida y los rasgos del perfil de egreso. Los campos de formación son: 1) Lenguaje y Comunicación, 2) Pensamiento Matemático, 3) Exploración y Comprensión del Mundo Natural y Social, y 4) Desarrollo Personal y para la Convivencia. Cada campo integra determinados espacios curriculares: campos de formación, en el caso de la educación preescolar, y asignaturas, en el caso de la educación primaria y la secundaria.

El campo *Lenguaje y Comunicación* agrupa los espacios curriculares para el aprendizaje de la lengua materna, el español y el inglés. En él se busca que los alumnos “aprendan y desarrollen habilidades para hablar, escuchar e interactuar con los otros; a identificar problemas y solucionarlos; a comprender, interpretar y producir diversos tipos de textos, a transformarlos y crear nuevos géneros y formatos; es decir, reflexionar individualmente o en colectivo acerca de ideas y textos” (SEP, 2011, p. 43). El enfoque de este campo se centra en las prácticas sociales y culturales del lenguaje y de sus productos. Se plantea que el estudio del lenguaje inicia en preescolar y continúa en primaria y secundaria, propiciando oportunidades para que todos los alumnos avancen, de acuerdo con las particularidades de cada nivel educativo, en el uso del lenguaje y el desarrollo de competencias comunicativas.

El campo de formación denominado *Pensamiento Matemático* agrupa los espacios curriculares para el aprendizaje de las matemáticas. Se centra en “la solución de problemas” y el tránsito de la aritmética y la geometría, y de la interpretación de información y procesos de medición al lenguaje algebraico; del razonamiento intuitivo al deductivo, y de la búsqueda de información a los recursos que se utilizan para presentarla. Se plantea que el conocimiento de reglas, algoritmos, fórmulas y definiciones sólo es importante en la medida en que los alumnos puedan utilizarlo de manera flexible para solucionar problemas. El énfasis de este campo se plantea “con base en la solución de problemas, en la formulación de argumentos para explicar sus resultados y en el diseño de estrategias y sus procesos para la toma de decisiones” (SEP, 2011, p. 48).

El campo de formación *Exploración y Comprensión del Mundo Natural y Social* abarca los espacios dedicados al aprendizaje de las ciencias naturales, las ciencias sociales y el cuidado físico y de la salud en preescolar, y los contenidos estatales, espacio dedicado al contenido de las entidades federativas en secundaria. Se centra en la formación del pensamiento crítico y el reconocimiento de la diversidad cultural y social del país y se sostiene que “constituye la base de formación del

pensamiento crítico, entendido como los métodos de aproximación a distintos fenómenos que exigen una explicación objetiva de la realidad” (SEP, 2011, p. 49). En cuanto al mundo social,

su estudio se orienta al reconocimiento de la diversidad social y cultural que caracterizan a nuestro país y al mundo, como elementos que fortalecen la identidad personal. Adiciona la perspectiva de explorar y entender el entorno mediante el acercamiento sistemático y gradual a los procesos sociales y fenómenos naturales (SEP, 2011, p. 49).

Finalmente, el campo de formación *Desarrollo Personal y para la Convivencia* incluye los espacios dedicados a la formación cívica, la educación artística y la educación física de la educación primaria y secundaria. Tiene como finalidad

que los estudiantes aprendan a actuar con juicio crítico en favor de la democracia, la libertad, la paz, el respeto a las personas, a la legalidad y a los derechos humanos. También implica manejar armónicamente las relaciones personales y afectivas para desarrollar la identidad personal y, desde ésta, construir identidad y conciencia social (SEP, 2011, p. 53).

La cuadro 2.3 representa la manera en que está organizado el currículo mexicano para la educación obligatoria.

Dado el carácter nacional de la EB establecido en la LGE, existe un solo plan y programas de estudio para cada nivel educativo, y éste constituye el referente para hacer los marcos curriculares para poblaciones específicas; como el caso de la población indígena para los tres niveles educativos o el modelo del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE). En ambos casos, el perfil de egreso debe ser el mismo, así como los campos de formación en torno a los cuales se organiza el currículo.

Es de llamar la atención cómo de todo el mapa curricular (cuadro 2.3), sólo hay dos espacios en los que se busca atender a la diversidad: las asignaturas relacionadas con la segunda lengua y la asignatura estatal. Lo anterior muestra que, al tener un currículo tan generalizado, no se reconozcan los diversos contextos socioculturales de las distintas regiones del país, dando por hecho que todos los individuos podrán alcanzar lo propuesto. Desde el currículo es importante reconocer y atender los múltiples contextos con la finalidad de hacer valer el derecho de todos los mexicanos a una educación de calidad con equidad. En este sentido, flexibilizar el currículo es una cualidad clave para cumplir con la condición de adaptabilidad proveniente del derecho a la educación. Esto implica reconocer y atender, desde el currículo, las diferencias para contribuir así a la construcción de una educación pertinente, es decir, más acorde a la cultura y el contexto de los sujetos de derecho.

En contraste, la EMS es un universo muy amplio y diverso, en el cual confluyen distintos proyectos educativos con sus respectivos objetivos y estructuras curriculares. Con el propósito de dar un marco general para este nivel y articular la oferta educativa, se impulsó en el año 2008 la RIEMS, que creó el SNB. La RIEMS partió del reconocimiento de todas las modalidades y subsistemas del bachillerato, de la pertinencia y relevancia de sus planes y programas de estudio, y de la necesidad de brindar mayor flexibilidad a la EMS mediante el tránsito de estudiantes entre subsistemas y escuelas (Acuerdo 442).

**Cuadro 2.3. Mapa curricular de la educación básica 2011**

MAPA CURRICULAR DE LA EDUCACIÓN BÁSICA 2011																
ESTÁNDARES CURRICULARES <sup>1</sup>		1 <sup>er</sup> PERIODO ESCOLAR			2 <sup>o</sup> PERIODO ESCOLAR			3 <sup>er</sup> PERIODO ESCOLAR			4 <sup>o</sup> PERIODO ESCOLAR					
HABILIDADES DIGITALES	CAMPOS DE FORMACIÓN PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA	Preescolar			Primaria						Secundaria					
		1°	2°	3°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	1°	2°	3°			
	LENGUAJE Y COMUNICACIÓN	Lenguaje y comunicación			Español						Español I, II y III					
				Segunda Lengua: Inglés <sup>2</sup>	Segunda Lengua: Inglés <sup>2</sup>						Segunda Lengua: Inglés I, II y III <sup>2</sup>					
	PENSAMIENTO MATEMÁTICO	Pensamiento matemático			Matemáticas						Matemáticas I, II y III					
	EXPLORACIÓN Y COMPRENSIÓN DEL MUNDO NATURAL Y SOCIAL	Exploración y conocimiento del mundo			Ciencias Naturales <sup>3</sup>						Ciencias I (énfasis en Biología)	Ciencias II (énfasis en Física)	Ciencias III (énfasis en Química)			
		Desarrollo físico y salud			Exploración de la Naturaleza y la Sociedad			La Entidad donde Vivo			Geografía <sup>3</sup>			Tecnología I, II y III		
														Geografía de México y del Mundo		
		Desarrollo personal y social			Formación Cívica y Ética <sup>4</sup>			Historia <sup>3</sup>			Asignatura Estatal					
	Formación Cívica y Ética I y II															
DESARROLLO PERSONAL Y PARA LA CONVIVENCIA	Desarrollo personal y social			Educación Física <sup>4</sup>						Tutoría						
										Educación Física I, II y III						
Expresión y apreciación artísticas			Educación Artística <sup>4</sup>						Artes I, II y III (Música, Danza, teatro o Artes Visuales)							

<sup>1</sup> Estándares Curriculares de: Español, Matemáticas, Ciencias, Segunda Lengua: Inglés, y Habilidades Digitales.  
<sup>2</sup> Para los alumnos hablantes de Lengua Indígena, el Español y el Inglés son consideradas como segundas lenguas a la materna. Inglés está en proceso de gestión.  
<sup>3</sup> Favorecen aprendizajes de Tecnología.  
<sup>4</sup> Establecen vínculos formativos con Ciencias Naturales, Geografía e Historia.

Fuente: SEP, 2011, p. 41.

A partir de lo anterior, entre los elementos que caracterizaron la RIEMS está la propuesta de un MCC para articular los programas de estudio de todas las modalidades y subsistemas de la EMS en el país, mediante una serie de desempeños terminales expresados como competencias genéricas, competencias disciplinares básicas, competencias disciplinares extendidas y competencias profesionales (Acuerdo 442). Con ello se buscó reordenar y enriquecer los planes y programas de estudio existentes, complementándolos y enriqueciendo sus objetivos, de modo que el currículo de la EMS fuera más flexible y pertinente.

En el Acuerdo 444 se establecieron las competencias que constituyen el MCC del SNB. En este acuerdo, una competencia se definió como la integración de habilidades, conocimientos y actitudes en un contexto específico. Es la unidad común que establece los requerimientos pedagógicos mínimos para obtener el certificado de bachillerato sin que las instituciones renuncien a su particular forma de organización curricular, facilitando el reconocimiento de equivalencias y

certificaciones conjuntas entre los diversos subsistemas de bachillerato del país. Al respecto, se proponen tres tipos de competencias: genéricas, disciplinares y profesionales.

Las competencias genéricas (cuadro 2.4) constituyen el perfil del egresado y representan la continuidad con la EB al preparar a los jóvenes para afrontar su vida personal en relación con el medio social y físico que los rodea.

**Cuadro 2.4. Competencias genéricas para la educación media superior**

Competencia	Atributos
Se autodetermina y cuida de sí	<p>1. Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfrenta las dificultades que se le presentan y es consciente de sus valores, fortalezas y debilidades.</li> <li>• Identifica sus emociones, las maneja de manera constructiva y reconoce la necesidad de solicitar apoyo ante una situación que lo rebase.</li> <li>• Elige alternativas y cursos de acción con base en criterios sustentados y en el marco de un proyecto de vida.</li> <li>• Analiza críticamente los factores que influyen en su toma de decisiones.</li> <li>• Asume las consecuencias de sus comportamientos y decisiones.</li> <li>• Administra los recursos disponibles teniendo en cuenta las restricciones para el logro de sus metas.</li> </ul>
	<p>2. Es sensible al arte y participa en la apreciación e interpretación de sus expresiones en distintos géneros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valora el arte como manifestación de la belleza y expresión de ideas, sensaciones y emociones.</li> <li>• Experimenta el arte como un hecho histórico compartido que permite la comunicación entre individuos y culturas en el tiempo y el espacio, a la vez que desarrolla un sentido de identidad.</li> <li>• Participa en prácticas relacionadas con el arte.</li> </ul>
	<p>3. Elige y practica estilos de vida saludables.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce la actividad física como un medio para su desarrollo físico, mental y social.</li> <li>• Toma decisiones a partir de la valoración de las consecuencias de distintos hábitos de consumo y conductas de riesgo.</li> <li>• Cultiva relaciones interpersonales que contribuyen a su desarrollo humano y el de quienes lo rodean.</li> </ul>
Se expresa y comunica	<p>4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas.</li> <li>• Aplica distintas estrategias comunicativas según quienes sean sus interlocutores, el contexto en el que se encuentra y los objetivos que persigue.</li> <li>• Identifica las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas.</li> <li>• Se comunica en una segunda lengua en situaciones cotidianas.</li> <li>• Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas.</li> </ul>
Piensa crítica y reflexivamente	<p>5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo cómo cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.</li> <li>• Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones.</li> <li>• Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.</li> <li>• Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.</li> <li>• Sintetiza evidencias obtenidas mediante la experimentación para producir conclusiones y formular nuevas preguntas.</li> <li>• Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación para procesar e interpretar información.</li> </ul>
Piensa crítica y reflexivamente	<p>6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.</li> <li>• Evalúa argumentos y opiniones e identifica prejuicios y falacias.</li> <li>• Reconoce los propios prejuicios, modifica sus puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.</li> <li>• Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</li> </ul>

	Competencia	Atributos
Aprende de forma autónoma	7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimiento.</li> <li>Identifica las actividades que le resultan de menor y mayor interés y dificultad, reconociendo y controlando sus reacciones frente a retos y obstáculos.</li> <li>Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.</li> </ul>
Trabaja en forma colaborativa	8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos.</li> <li>Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva.</li> <li>Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.</li> </ul>
Participa con responsabilidad en la sociedad	9. Participa con una conciencia cívica y ética en la vida de su comunidad, región, México y el mundo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Privilegia el diálogo como mecanismo para la solución de conflictos.</li> <li>Toma decisiones a fin de contribuir a la equidad, bienestar y desarrollo democrático de la sociedad.</li> <li>Conoce sus derechos y obligaciones como mexicano y miembro de distintas comunidades e instituciones, y reconoce el valor de la participación como herramienta para ejercerlos.</li> <li>Contribuye a alcanzar un equilibrio entre el interés y bienestar individual y el interés general de la sociedad.</li> <li>Actúa de manera propositiva frente a fenómenos de la sociedad y se mantiene informado.</li> <li>Advierte que los fenómenos que se desarrollan en los ámbitos local, nacional e internacional ocurren dentro de un contexto global interdependiente.</li> </ul>
	10. Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconoce que la diversidad tiene lugar en un espacio democrático de igualdad de dignidad y derechos de todas las personas, y rechaza toda forma de discriminación. Dialoga y aprende de personas con distintos puntos de vista y tradiciones culturales mediante la ubicación de sus propias circunstancias en un contexto más amplio.</li> <li>Asume que el respeto de las diferencias es el principio de integración y convivencia en los contextos local, nacional e internacional.</li> </ul>
	11. Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asume una actitud que favorece la solución de problemas ambientales en los ámbitos local, nacional e internacional.</li> <li>Reconoce y comprende las implicaciones biológicas, económicas, políticas y sociales del daño ambiental en un contexto global interdependiente.</li> <li>Contribuye al alcance de un equilibrio entre los intereses de corto y largo plazo en relación con el ambiente.</li> </ul>

Las competencias disciplinares “son las nociones que expresan conocimientos, habilidades y actitudes que consideran los mínimos necesarios de cada campo disciplinar para que los estudiantes se desarrollen de manera eficaz en diferentes contextos y situaciones a lo largo de la vida” (Acuerdo 444). Estas competencias, junto con las genéricas, son comunes a toda la oferta académica del SNB, y cuentan con la ventaja que proporciona el marco común del bachillerato, sin forzar troncos comunes o asignaturas obligatorias. Las competencias disciplinares básicas se organizan según los campos disciplinares (cuadro 2.5) y pueden ser básicas o extendidas.

## Cuadro 2.5. Campos disciplinares de educación media superior

Campo disciplinar	Disciplinas
Matemáticas	Matemáticas
Ciencias Experimentales	Física, Química, Biología y Ecología
Humanidades* y Ciencias Sociales	Filosofía, Ética, Lógica, Derecho, Historia, Sociología, Política, Economía y Administración
Comunicación	Lectura y Expresión Oral y Escrita, Literatura, Lengua Extranjera e Informática

\* Las Humanidades y las Ciencias Sociales son dos campos distintos, caracterizados por los correspondientes objetos y métodos de investigación, generados en su devenir, sin menoscabo de las relaciones entre algunos de éstos.

Fuente: Acuerdo 444.

Las competencias disciplinares básicas expresan “las capacidades que todos los estudiantes deben adquirir, independientemente del plan y programas de estudio que cursen y la trayectoria académica o laboral que elijan al terminar sus estudios de bachillerato” (Acuerdo, 446). Por su parte, las competencias disciplinares extendidas, “amplían y profundizan los alcances de las competencias disciplinares básicas y dan sustento a la formación de los estudiantes en las competencias genéricas que integran el perfil de egreso de la educación media superior” (Acuerdo 446). Estas competencias se definen al interior de cada subsistema en función de sus objetivos particulares. Finalmente, las competencias profesionales (para el trabajo), tanto básicas como extendidas, preparan a los jóvenes para desempeñarse en su vida laboral con mayores probabilidades de éxito. Estas competencias se podrán definir según los objetivos específicos y las necesidades de cada subsistema e institución bajo los lineamientos que establezca el SNB.

Como puede apreciarse, hay similitudes y diferencias entre los planteamientos curriculares de la EB y los propuestos para la EMS. Además de la más clara diferencia en el sentido de que para los 3 niveles de EB hay un solo plan y un solo grupo de programas de cumplimiento a nivel nacional, en el caso de la EMS cada subsistema, a partir del MCC, define sus propios planes y programas de estudio. Dado que cada subsistema toma sus propias decisiones sobre los elementos a incluir en su propuesta, hay diferencias entre ellos, de fondo y forma.

### 2.3. La propuesta curricular para enseñar ciencias naturales en la educación obligatoria en México

En las siguientes secciones de este tercer apartado se presenta una descripción del currículo de ciencias naturales para EB y EMS en México. Esta descripción está organizada en torno a las tres preguntas clave que, de acuerdo con Coll (2007), permiten orientar el diseño de las propuestas curriculares para este campo de formativo: ¿para qué enseñar?, ¿qué se enseña? y ¿cómo enseñar?

#### 2.3.1. ¿Para qué enseñar ciencias naturales?

La enseñanza de las Ciencias Naturales en la EB se ubica en el campo de formación denominado Exploración y Comprensión del Mundo Natural y Social. Los propósitos establecidos en los documentos curriculares sobre el sentido de estudiar Ciencias Naturales en la EB señalan la importancia de que los niños y adolescentes:

- Reconozcan la ciencia como una actividad humana en permanente construcción, con alcances y limitaciones, cuyos productos son aprovechados según la cultura y las necesidades de la sociedad.
- Participen en el mejoramiento de su calidad de vida a partir de la toma de decisiones orientadas a la promoción de la salud y el cuidado ambiental, con base en el consumo sustentable.
- Aprecien la importancia de la ciencia y la tecnología y sus impactos en el ambiente en el marco de la sustentabilidad.
- Desarrollen habilidades asociadas al conocimiento científico y sus niveles de representación e interpretación acerca de los fenómenos naturales.
- Comprendan, desde la perspectiva de la ciencia escolar, procesos y fenómenos biológicos, físicos y químicos.
- Integren los conocimientos de las ciencias naturales a sus explicaciones sobre fenómenos y procesos naturales al aplicarlos en contextos y situaciones diversas (SEP, 2013: 13).

Considerando éstos como los propósitos formativos de la enseñanza de las ciencias naturales a lo largo de la EB, se asume que cada nivel educativo habrá de contribuir en su cumplimiento. Así, en la educación preescolar está el campo formativo Exploración y Conocimiento del Mundo, el cual:

Se centra en el desarrollo del pensamiento reflexivo, y busca que los niños pongan en práctica la observación, formulación de preguntas, resolución de problemas y la elaboración de explicaciones, inferencias y argumentos sustentados en las experiencias directas; en la observación y el análisis de los fenómenos y procesos perceptibles que les ayudan a avanzar y construir nuevos aprendizajes sobre la base de los conocimientos que poseen y de la nueva información que incorporan. La comprensión del mundo natural que se logra durante la infancia, sensibiliza y fomenta una actitud reflexiva sobre la importancia del aprovechamiento adecuado de la riqueza natural y orienta su participación en el cuidado del ambiente (SEP, 2011, p. 42-43).

El Programa de Estudios de este nivel educativo establece el siguiente propósito asociado con las ciencias naturales:

Se busca que los niños se interesen en la observación de fenómenos naturales y las características de los seres vivos; participen en situaciones de experimentación que los lleven a describir, preguntar, predecir, comparar, registrar, elaborar explicaciones e intercambiar opiniones sobre procesos de transformación del mundo natural y social inmediato, y adquieran actitudes favorables hacia el cuidado del medio (SEP, 2012, p. 18).

Para primero y segundo grados de primaria se propone la asignatura Exploración de la Naturaleza y la Sociedad, cuya finalidad es que “los alumnos fortalezcan sus competencias al explorar, de manera organizada y metódica, la naturaleza y la sociedad del lugar donde viven” (SEP, 2011, p. 43). Se dice, además, que es en estos grados escolares en “donde se establecen las bases para el desarrollo de la formación científica básica, el estudio del espacio geográfico y del tiempo histórico, y la adquisición de nociones sobre tecnología” (SEP, 2011, p. 43). Para estos grados escolares se plantea como propósitos que los niños:

- Reconozcan su historia personal, familiar y comunitaria, las semejanzas entre los seres vivos, así como las relaciones entre los componentes de la naturaleza y la sociedad del lugar donde viven.

- Exploren y obtengan información de los componentes naturales, sociales y las manifestaciones culturales del lugar donde viven para describir y representar sus principales características y cómo han cambiado con el tiempo.
- Valoren la diversidad natural y cultural del medio local reconociéndose como parte del lugar donde viven, con un pasado común para fortalecer su identidad personal y nacional.
- Reconozcan la importancia de cuidar su cuerpo y de participar en acciones para prevenir accidentes y desastres en el lugar donde viven (SEP, 2012a, p. 91).

De tercero a sexto grado de primaria se propone la asignatura Ciencias Naturales con la cual, además de propiciar la formación científica básica, se busca que los estudiantes se aproximen “al estudio de los fenómenos de la naturaleza y de su vida personal de manera gradual y con explicaciones metódicas y complejas, y buscan construir habilidades y actitudes positivas asociadas a la ciencia” (SEP, 2011, p. 43). Se sostiene que esta asignatura “favorece la toma de decisiones responsables e informadas en favor de la salud y el ambiente” (SEP, 2011, p. 43). El estudio de las Ciencias Naturales en la educación primaria busca que los niños:

- Reconozcan la ciencia y la tecnología como procesos en actualización permanente, con los alcances y las limitaciones propios de toda construcción humana.
- Practiquen hábitos saludables para prevenir enfermedades, accidentes y situaciones de riesgo a partir del conocimiento de su cuerpo.
- Participen en acciones de consumo sustentable que contribuyan a cuidar el ambiente.
- Interpreten, describan y expliquen, a partir de modelos, algunos fenómenos y procesos naturales cercanos a su experiencia.
- Conozcan las características comunes de los seres vivos y las usen para inferir algunas relaciones de adaptación que establecen con el ambiente.
- Identifiquen algunas interacciones entre los objetos del entorno asociadas a los fenómenos físicos, con el fin de relacionar sus causas y efectos, así como reconocer sus aplicaciones en la vida cotidiana.
- Identifiquen propiedades de los materiales y cómo se aprovechan sus transformaciones en diversas actividades humanas.
- Integren y apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para buscar opciones de solución a problemas comunes de su entorno (SEP, 2012c, p. 84).

Para secundaria se propone la asignatura Ciencias que, en cada grado escolar pone mayor atención en una disciplina científica: en primer grado es Ciencias I con mayor atención en Biología, en segundo grado Ciencias II con mayor atención en Física, y para tercero Ciencias III con mayor atención en Química. De manera general, en el programa de estudios de la asignatura se señala que el estudio de las Ciencias en la educación secundaria busca que los adolescentes:

- Valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación.
- Participen de manera activa, responsable e informada en la promoción de su salud, con base en el estudio del funcionamiento integral del cuerpo humano y de la cultura de la prevención.
- Practiquen por iniciativa propia acciones individuales y colectivas que contribuyan a fortalecer estilos de vida favorables para el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable.
- Avancen en el desarrollo de sus habilidades para representar, interpretar, predecir, explicar y comunicar fenómenos biológicos, físicos y químicos.

- Amplíen su conocimiento de los seres vivos, en términos de su unidad, diversidad y evolución.
- Expliquen los fenómenos físicos con base en la interacción de los objetos, las relaciones de causalidad y sus perspectivas macroscópica y microscópica.
- Profundicen en la descripción y comprensión de las características, propiedades y transformaciones de los materiales, a partir de su estructura interna básica.
- Integren y apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para proponer soluciones a situaciones problemáticas de la vida cotidiana (SEP, 2011b, p. 14).

Los propósitos para la enseñanza de las ciencias naturales declarados en los programas de estudio de preescolar, primaria y secundaria, permiten apreciar, en conjunto, metas loables para esta área de formación. Es de destacar la gradualidad que presentan estos propósitos formativos en cada uno de los niveles que conforman la EB. Esto denota que, al menos desde estas intenciones educativas, hay un esfuerzo por promover una formación científica mucho más pertinente para los estudiantes que transitan por cada uno de los niveles educativos.

De acuerdo con Fresham (2002), al mirar los propósitos para la enseñanza de las ciencias naturales de los niveles que conforman la EB, es posible identificar dos tesis fundamentales asociadas a la alfabetización científica. Por un lado, la tesis pragmática, desde la cual se considera que, debido al avance y el desarrollo científico y tecnológico, y a que las sociedades se ven bombardeadas por ideas y productos de la ciencia, los estudiantes se desenvolverán mejor en la sociedad si desde la escuela adquieren un conjunto de conocimientos científicos que formen parte de su cultura base. Por otro lado, la tesis democrática, desde la cual se considera que, con una formación científica básica, los estudiantes, en su calidad de ciudadanos, podrán participar en la sociedad en que viven y se desarrollan, así como tomar decisiones razonadas respecto a problemas en los que se ve implicada la ciencia y la tecnología, y que afectan el mundo global. Sin embargo, para realmente alcanzar estas metas de la enseñanza de las ciencias, se requiere de otras estructuras institucionales curriculares que apoyen su concreción (De Ibarrola, 2012).

Como se señaló anteriormente, el enfoque educativo mexicano está basado en competencias, las cuales se buscan alcanzar a través de aprendizajes esperados y estándares curriculares. En el caso particular de las Ciencias Naturales, se plantea la progresión de competencias a lo largo de la EB tal como lo muestra el cuadro 2.6.

Por su parte, los *estándares curriculares* asociados a las ciencias naturales están unificados bajo la visión de una población que utiliza saberes asociados a la ciencia y de una educación que les provee de una formación científica básica al concluir los cuatro periodos escolares. En este sentido, los estándares curriculares se organizan en cuatro categorías:

1. Conocimiento científico.
2. Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología.
3. Habilidades asociadas a la ciencia.
4. Actitudes asociadas a la ciencia.

## Cuadro 2.6. Competencias para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación básica

Preescolar	<p>Competencias del campo formativo Exploración y Conocimiento del Mundo, en su aspecto "Mundo natural" (SEP, 2012, p. 63):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observa características relevantes de elementos del medio y de fenómenos que ocurren en la naturaleza; distingue semejanzas y diferencias, y las describe con sus propias palabras.</li> <li>• Busca soluciones y respuestas a problemas y preguntas sobre el mundo natural.</li> <li>• Formula suposiciones argumentadas sobre fenómenos y procesos.</li> <li>• Entiende en qué consiste un experimento y anticipa lo que puede suceder cuando aplica uno de ellos para poner a prueba una idea.</li> <li>• Identifica y usa medios a su alcance para obtener, registrar y comunicar información.</li> <li>• Participa en acciones de cuidado de la naturaleza, la valora, y muestra sensibilidad y comprensión sobre la necesidad de preservarla.</li> </ul>
1° y 2° de primaria	<p>Competencias de la asignatura Exploración de la Naturaleza y la Sociedad (SEP, 2012a, p. 101):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación entre la naturaleza y la sociedad en el tiempo.</li> <li>• Exploración de la naturaleza y la sociedad en fuentes de información.</li> <li>• Aprecio de sí mismo, de la naturaleza y de la sociedad.</li> </ul>
3° de primaria a 3° de secundaria	<p>Competencias para la formación científica básica (SEP, 2012b, p. 91; SEP, 2011b, p. 27):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.</li> <li>• Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.</li> <li>• Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.</li> </ul>

Además, se propone una progresión a través de los estándares curriculares de ciencias como se muestra a continuación:

- Adquisición de un vocabulario básico para avanzar en la construcción de un lenguaje científico.
- Desarrollo de mayor capacidad para interpretar y representar fenómenos y procesos naturales.
- Vinculación creciente del conocimiento científico con otras disciplinas para explicar los fenómenos y procesos naturales y su aplicación en diferentes contextos y situaciones de relevancia social y ambiental.

Específicamente los Estándares Curriculares de Ciencias Naturales en la EB son los que se presentan en el cuadro 2.7.

## Cuadro 2.7. Estándares curriculares de Ciencias Naturales en la educación básica

Periodo escolar	Características
Primero	En este periodo se promueve la identificación de los recursos naturales, su transformación y aprovechamiento en el contexto infantil. Se busca potenciar el uso de los sentidos, encauzando su curiosidad hacia la exploración de fenómenos y procesos naturales de su entorno; se fomenta el planteamiento de preguntas, la sistematización y comunicación de información en un marco de respeto y trabajo colaborativo con sus pares.
Segundo	Este periodo se orienta a favorecer en los alumnos conocimiento científico acerca de las partes del cuerpo humano y las funciones asociadas con el movimiento y la relación con el entorno, así como las necesidades nutrimentales básicas. Respecto a la naturaleza, se enfoca hacia las características del desarrollo, la nutrición y la respiración de los seres vivos; cambios en los estados físicos de los materiales; interacciones entre objetos relacionadas con la aplicación de fuerzas, el magnetismo y el sonido, así como rasgos de los materiales, las mezclas, el Sol, las estrellas, y los movimientos de la Tierra y la Luna vinculados a sus efectos.

Periodo escolar	Características
Segundo	<p>En relación con las aplicaciones del conocimiento científico y la tecnología se promueve que relacionen las fuerzas, el magnetismo, la electricidad, la luz, el calor, el sonido y los materiales con formas y su empleo en la vida cotidiana; identifiquen implicaciones de acciones cotidianas en el medio natural, y medidas de prevención y acciones para el cuidado de la salud con base en el conocimiento del cuerpo y la nutrición. Fomentan el desarrollo de habilidades asociadas a la ciencia para aplicarlas en la indagación científica, elaborar conclusiones basadas en evidencia, construir y evaluar dispositivos o modelos, así como comunicar resultados. Por otra parte, entre las actitudes asociadas a la ciencia se continúa y propicia que los alumnos expresen curiosidad acerca de fenómenos y procesos naturales, compromiso con la idea de interdependencia de los seres humanos con la naturaleza, disposición y toma de decisiones en favor del cuidado del ambiente y de su salud, con base en el aprecio por la naturaleza y el respeto hacia las diferentes formas de vida.</p> <p>Los estándares en este periodo se enfocan a favorecer en los estudiantes conocimiento científico acerca del funcionamiento integral del cuerpo humano y factores que afectan la salud, las características de una dieta correcta y cambios en la pubertad, así como el proceso de reproducción y su relación con la herencia. Respecto del ambiente, se centra en identificar la diversidad de los seres vivos en relación con la nutrición y la reproducción, la evidencia fósil para el conocimiento del desarrollo de la vida en el transcurso del tiempo y los cambios en el ambiente, además de causas y consecuencias del deterioro de los ecosistemas y del calentamiento global. Acerca de procesos y fenómenos naturales, se aboca a transformaciones temporales y permanentes en el entorno, efectos de la interacción de objetos relacionados con la fuerza, el movimiento, la luz, el sonido, la electricidad y el calor, así como la formación de eclipses y algunas características del sistema solar y del universo.</p> <p>En relación con las aplicaciones del conocimiento científico y la tecnología se promueve que expliquen causas que afectan el funcionamiento del cuerpo humano y la importancia de desarrollar estilos de vida saludables, identifiquen el aprovechamiento de dispositivos ópticos y eléctricos, máquinas simples, materiales y la conservación de alimentos en la satisfacción de necesidades, ventajas y desventajas de la obtención y aprovechamiento de la energía térmica y eléctrica, así como la importancia de aplicar opciones orientadas al desarrollo sustentable, e identificar la contribución de la ciencia y la tecnología en la investigación, la atención de la salud y el cuidado del ambiente. Fomentan el desarrollo de habilidades asociadas a la ciencia, como realizar, registrar y analizar observaciones de campo, planear y llevar a cabo experimentos que involucren el manejo de variables, aplicar habilidades necesarias para la investigación científica, comunicar los resultados, explicar la consistencia de las conclusiones con los datos y evidencias de la investigación, así como diseñar, construir y evaluar dispositivos o modelos aplicando los conocimientos necesarios.</p> <p>Respecto a las actitudes asociadas a la ciencia, se mantiene la importancia de promover que los estudiantes expresen curiosidad acerca de los fenómenos y procesos naturales; manifiesten compromiso con la idea de la interdependencia de los humanos con la naturaleza y la necesidad de cuidar la riqueza natural; expresen disposición, responsabilidad y toma de decisiones informadas en favor del cuidado del ambiente y de su salud; aprecien la naturaleza y respeten las diferentes formas de vida; valoren el conocimiento científico y sus enfoques para investigar y explicar los fenómenos y procesos naturales; muestren disposición para el trabajo colaborativo, y respeten las diferencias culturales y de género.</p> <p>Los estándares plantean que los estudiantes identifiquen la unidad y diversidad de la vida con base en el análisis comparativo de las funciones vitales, que les permiten reconocerse como parte de la biodiversidad resultante del proceso de evolución. Se avanza en la comprensión de las propiedades de la materia y sus interacciones con la energía, así como en la identificación de cambios cuantificables y predecibles. Se enfatiza en cómo se aprovechan las transformaciones en actividades humanas, a partir del análisis de sus costos ambientales y beneficios sociales. La búsqueda de explicaciones acerca del origen y evolución del universo.</p>
Tercero	<p>En este último periodo los estándares plantean avances en la construcción de explicaciones con lenguaje científico apropiado y en la representación de ideas mediante modelos que permiten acercarse a conocer la estructura interna de la materia; promueven la planeación y el desarrollo de experimentos e investigaciones, la elaboración de conclusiones, inferencias y predicciones fundamentadas en la evidencia obtenida, la comunicación diversificada de los procesos y los resultados de la investigación, la apertura ante las explicaciones de otros, y el análisis crítico para que los estudiantes fortalezcan su disposición para el trabajo colaborativo, el respeto a las diferencias culturales y de género, así como la aplicación del escepticismo informado para poner en duda ideas poco fundamentadas. Así, se espera que conciban la ciencia como una actividad en construcción permanente, enriquecida por la contribución de mujeres y hombres de diversas culturas.</p>
Cuarto	<p>En este último periodo los estándares plantean avances en la construcción de explicaciones con lenguaje científico apropiado y en la representación de ideas mediante modelos que permiten acercarse a conocer la estructura interna de la materia; promueven la planeación y el desarrollo de experimentos e investigaciones, la elaboración de conclusiones, inferencias y predicciones fundamentadas en la evidencia obtenida, la comunicación diversificada de los procesos y los resultados de la investigación, la apertura ante las explicaciones de otros, y el análisis crítico para que los estudiantes fortalezcan su disposición para el trabajo colaborativo, el respeto a las diferencias culturales y de género, así como la aplicación del escepticismo informado para poner en duda ideas poco fundamentadas. Así, se espera que conciban la ciencia como una actividad en construcción permanente, enriquecida por la contribución de mujeres y hombres de diversas culturas.</p>

Fuente: SEP, 2011, pp. 77-598.

Si bien en principio parecería afortunado ofrecer en el plan y los programas una serie de elementos como referentes para la organización del trabajo de aula, esta diversidad de elementos complejiza la comprensión de la propuesta, pues no existen puentes claros entre ellos.

Si bien la intención de incorporar elementos curriculares adicionales es, en general, asegurar un grado de suficiencia en la comprensión de la propuesta para facilitar su implementación, es importante asegurar claridad y articulación entre ellos. Sin embargo, en la propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias en EB, la inclusión de elementos curriculares y la relación entre ellos, no suele ser tan clara; por lo que la intención de asegurar suficiencia se ve limitada. Tal es el caso de los propósitos, las competencias, los aprendizajes esperados y los estándares curriculares de Ciencias Naturales, elementos en los que es posible identificar una ruptura entre ellos y, a su vez, entre otros elementos que se describirán posteriormente, tales como los contenidos de enseñanza y las actividades didácticas que se prescriben.

En lo que respecta a la EMS, las competencias que plantea el MCC referidas al campo de las Ciencias Experimentales:

están orientadas a que los estudiantes conozcan y apliquen los métodos y procedimientos de dichas ciencias para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno. Tienen un enfoque práctico se refieren a estructuras de pensamiento y procesos aplicables a contextos diversos, que serán útiles para los estudiantes a lo largo de la vida, sin que por ello dejen de sujetarse al rigor metodológico que imponen las disciplinas que las conforman. Su desarrollo favorece acciones responsables y fundadas por parte de los estudiantes hacia el ambiente y hacia sí mismos (Acuerdo 444; en *DOF*, 21/10/2008)

En el cuadro 2.8 se pueden apreciar las competencias para este campo.

#### Cuadro 2.8. Competencias del campo disciplinar Ciencias Experimentales para EMS

- 
1. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
  2. Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.
  3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
  4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
  5. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
  6. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
  7. Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
  8. Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas.
  9. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.
  10. Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.
  11. Analiza las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y valora las acciones humanas de impacto ambiental.
  12. Decide sobre el cuidado de su salud a partir del conocimiento de su cuerpo, sus procesos vitales y el entorno al que pertenece.
  13. Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.
  14. Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.
-

Como se señaló anteriormente, el MCC es el punto de partida para que cada subsistema educativo de EMS plantee las intenciones educativas específicas de acuerdo con sus características y propósitos particulares. A continuación se presentan las referidas a cada uno de los planes y programas considerados en este estudio.

## Dirección General de Bachillerato

El plan de estudios de la Dirección General de Bachillerato (DGB), en su Componente de Formación Básico, ofrece las siguientes asignaturas relacionadas con el campo disciplinar de las Ciencias Experimentales: en primero y segundo semestre Química I y II, en tercero y cuarto semestre Física I y Física II, y Biología I y II; en sexto semestre Ecología y Medio Ambiente. De manera general, el propósito de estas asignaturas es consolidar y diversificar los aprendizajes y desempeños adquiridos por los estudiantes, para que amplíen o profundicen los conocimientos, habilidades, actitudes y valores relacionados con el campo de las ciencias experimentales.

**Cuadro 2.9.** Intenciones educativas DGB

Química	Biología	Física	Ecología y medio ambiente
Reconocer a la química como una ciencia que forma parte importante de la vida diaria y como una herramienta para resolver problemas del mundo que nos rodea, implementando el método científico como un elemento indispensable en la resolución y exploración de éstos, con la finalidad de contribuir al desarrollo humano y científico. Además, relacionar la Química con la tecnología y la sociedad, y el impacto que ésta genera en el medio ambiente, buscando generar en el estudiante una conciencia de cuidado y preservación del medio que lo rodea, así como un accionar ético y responsable de los recursos naturales para su generación y las generaciones futuras.	El propósito de la asignatura es que el alumnado relacione los niveles de organización de la materia: químicos, físicos y biológicos, de manera que comprenda los procesos de la vida desde los niveles microscópicos hasta los macroscópicos, que involucran a grandes grupos de seres vivos organizados para conformar la bioesfera. Será importante que analice la importancia de las nuevas tecnologías de la Biología en la sociedad, sus logros y limitaciones, y que asuma criterios claros para señalar los aspectos que merecen ser reglamentados por su impacto social y ambiental, considerando los aspectos bioéticos involucrados. Asimismo, el estudiante podrá explicar los fenómenos naturales desde una perspectiva científica asumiendo actitudes que lo conduzcan al cuidado de la salud y a la conservación de su entorno.	Se busca consolidar los métodos y procedimientos de las ciencias para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno. Los estudiantes podrán desarrollar estructuras de pensamiento, así como de procesos aplicables a los diversos contextos a lo largo de su vida, sin que por ello dejen de sujetarse al rigor metodológico que imponen las disciplinas que las conforman.	Se busca que el alumno desarrolle competencias que consoliden su formación del cuidado del ambiente recibida en la educación básica y en otros cursos del área de ciencias naturales, aplicando su desarrollo cognitivo, afectivo y de valores, invitándolos a la reflexión, la crítica, la investigación y la participación en los problemas ambientales que puedan contribuir a un desarrollo sustentable del planeta y su entorno natural. La finalidad de la asignatura es que el estudiantado comprenda los principios básicos de la ecología en el análisis de los niveles de organización de la materia viva y sus interacciones con el medio abiótico, y proponga y aplique alternativas de solución a la problemática ambiental e identifique las interacciones de la sociedad y el impacto ambiental que ésta genera por el uso y manejo inadecuado de los recursos naturales.

Fuente: Programas de estudio de la DGB. *Química II*, p. 6; *Biología I*, p. 8, y *Ecología y Medio Ambiente*, p. 6.

## Dirección General de Bachillerato Tecnológico

Por su parte, el plan de estudios de la Dirección General de Bachillerato Tecnológico Industrial (DGETI), en su Componente de Formación Básica, ofrece las siguientes asignaturas relacionadas con el campo disciplinar Ciencias Experimentales: en primero y segundo semestre Química I y II, en tercer semestre Biología, en cuarto semestre Física I y Ecología, y en quinto semestre Física II y Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. En el siguiente cuadro se señala, de manera general, el propósito de estas asignaturas:

**Cuadro 2.10.** Intenciones educativas DGETI

Química	Biología	Física	Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores
Interpretará fenómenos químicos a través de modelos, para acercarse a los propuestos por la comunidad científica. Examinará conocimientos científicos que les permitan describir objetos o fenómenos naturales, en términos de la química. Formulará hipótesis y emprenderá proyectos, seleccionando y aplicando estrategias para la solución de problemas. Desarrollará una visión actualizada, crítica y propositiva de las ciencias químicas reconociendo el valor y la utilidad del conocimiento que generan para la humanidad.	Desarrolle las habilidades, las destrezas, las actitudes y el pensamiento científico necesarios para interpretar la realidad, mediante su participación en actividades que impliquen el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis y la planificación de experimentos en forma individual y colaborativa. En estas actividades experimentales, además de controlar variables se podrán hacer mediciones, operar instrumentos de medición, recopilar datos, divulgar los conocimientos, compartir los puntos de vista, asumir una actitud crítica y reflexiva ante las argumentaciones de diversas posturas.	El estudiante desarrollará competencias genéricas y disciplinares al abordar aspectos relacionados con los conceptos fundamentales: movimiento, fuerza, masa e interacciones materia-energía, para reconocer, entender y explicar fenómenos físicos que se presentan en su entorno, proponer soluciones y generar proyectos que incidan en el mejoramiento de su vida cotidiana y las condiciones sociales, en sus actividades laborales o de estudios superiores.	Que los estudiantes participen en procesos de conocimiento y valoración críticos del papel que históricamente han tenido y pueden tener las ciencias y las tecnologías en la sociedad, para que aprendan a conocer y a valorar críticamente, y a participar responsablemente en asuntos públicos relacionados con las ciencias o las tecnologías, de modo que asuman un papel proactivo en la construcción del desarrollo sustentable, la interculturalidad y una sociedad más justa.

**Fuente:** Programas de estudio de DGETI. *Química*, p. 9; *Biología*, p. 9; *Física*, p. 9; *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores*, p. 9.

## Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica

El Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) ofrece, como parte de su núcleo de formación básica, los siguientes módulos relacionados con el campo disciplinar de las Ciencias Experimentales: en segundo y tercer semestre Análisis de la Materia y Energía, en segundo semestre Identificación de la Biodiversidad y en tercer semestre Interpretación de Fenómenos Físicos de la Materia. En el siguiente cuadro se señala, de manera general, el propósito de estas asignaturas:

**Cuadro 2.11. Intenciones educativas CONALEP**

Módulo Análisis de la Materia y Energía	Módulo Identificación de la Biodiversidad	Módulo Interpretación de Fenómenos Físicos de la Materia
Que el alumno interprete el comportamiento de la materia y la energía a través del análisis de sus propiedades y de sus compuestos con el enfoque ciencia-tecnología-sociedad.	Que el alumno aplique las competencias en ciencias experimentales de la biología, identificando a los seres vivos y su comportamiento en diferentes ámbitos, y que sea capaz de proponer soluciones a problemas ambientales-sociales en su entorno cercano.	Que el alumno aplique los principios y leyes de la Física, identifique los principales fenómenos relacionados con el movimiento y el equilibrio de los cuerpos, y que adquiera los elementos necesarios para realizar la interpretación integral de los mismos desarrollando una actitud positiva y crítica hacia este ámbito del conocimiento.

Fuente: Programas de estudio de CONALEP. *Análisis de la Materia y la Energía*, 2º semestre, p. 13; *Identificación de la Biodiversidad*, 2º semestre, p. 11; *Interpretación de Fenómenos Físicos de la Materia*, 3º semestre, p. 11.

## Escuela Nacional Preparatoria de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

El plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) ofrece tres asignaturas relacionadas con las ciencias naturales, a saber: Biología, Física y Química. Estas asignaturas se distribuyen de la siguiente manera a lo largo de los semestres que conforman el trayecto formativo de los estudiantes (cuadro 2.12).

**Cuadro 2.12. Intenciones educativas ENP**

Biología	Física	Química
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los alumnos conocerán la forma en que se organiza la vida, las condiciones necesarias para ella, y las funciones (unificadoras) de los seres vivos, lo que les permitirá entender su propio origen y organización, y ubicarse a sí mismos en este contexto para de esta manera incidir sobre su actitud respetuosa hacia cualquier ser vivo.</li> <li>Los alumnos aplicarán sus conocimientos sobre las principales funciones, relaciones y procesos de los seres vivos en la resolución de problemas biológicos, lo que les permitirá identificar su importancia en el mantenimiento de la vida y así fomentar en ellos la adquisición de valores y actitudes de responsabilidad frente a la naturaleza.</li> </ul>	<p>Que el alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tenga conciencia de que, como resultado de sus observaciones no metódicas de los sucesos que acontecen en su vida diaria, ha producido, sin proponérselo, una serie de reglas o leyes intuitivas para explicar las causas y efectos de algunos fenómenos físicos comunes, y que dichas leyes, la mayoría de las veces, no concuerdan con las formales de la física que estudiará en este curso.</li> <li>Se responsabilice, con la guía del profesor, de cambiar su forma de pensar en los casos en que sus ideas preconcebidas no se ajusten a las aceptadas y probadas por la física.</li> </ul>	<p>Que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconozca el importante papel que juega la química en su vida, así como en el desarrollo de su país y en la conservación de la vida del planeta.</li> <li>A través de sus conocimientos químicos, tome decisiones razonadas sobre asuntos que se relacionen con salud, alimentación, vestimenta, habitación, transporte, y, en general, con la ciencia y la tecnología.</li> <li>Tome conciencia tanto del potencial como de las limitaciones de la ciencia y la tecnología. Reconozca el importante papel de la química en la prevención y la eliminación de procesos contaminantes.</li> <li>Al analizar los procesos químicos cotidianos, sienta curiosidad y adquiera actitudes positivas hacia la tecnología y la ciencia en general.</li> </ul>

Biología	Física	Química
<ul style="list-style-type: none"> <li>A través del curso se busca contribuir a desarrollar en los alumnos su capacidad de razonamiento y reflexión, así como sus habilidades para el análisis, interpretación e integración de la información obtenida para que la apliquen en el tratamiento de diferentes problemas biológicos y en su vida cotidiana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrolle habilidades que le permitan observar, comprender y analizar el movimiento de los cuerpos, así como razonar metódicamente al abordar problemas afines.</li> <li>Se entere, por medio de la utilización de gráficas del movimiento, para realizar e interpretar gráficas pertenecientes a otros campos de la ciencia como la biología, psicología, química y geografía.</li> <li>Siga desarrollando su creatividad con base en el interés que se le genere por las actividades científicas, a través de los experimentos y prácticas de laboratorio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participe en el proceso de construcción del conocimiento, y pueda referir la explicación del comportamiento de la materia a modelos teóricos sobre la estructura de la misma.</li> <li>Desarrolle la habilidad de expresar su pensamiento en forma oral y escrita y las habilidades que le permitan manejar en forma adecuada tanto sustancias químicas como material y equipo de laboratorio.</li> <li>Desarrolle la habilidad de realizar investigaciones sobre problemas de la química empleando los criterios del método científico.</li> <li>Sea capaz de identificar química y su relación con el contexto económico-social. [sic]</li> </ul>

Fuente: Programa de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria. UNAM. *Biología*, V, p. 3.; *Física*, IV, p. 2.; *Química*, V, p. 3.

## Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM

Finalmente, el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) ofrece las siguientes asignaturas asociadas a las ciencias naturales: en primer semestre Química I, en segundo semestre Química II, en tercer semestre Física I y Biología I, en cuarto semestre Física II y Biología II, en quinto semestre como segunda opción Biología III, Física III y Química III y en sexto semestre, también como segunda opción formativa, Biología IV, Física IV y Química IV.

### Cuadro 2.13. Intenciones educativas CCH

Química	Biología	Física
<p>Las contribuciones del estudio de la química a la cultura básica del estudiante se basan en su característica de ciencia experimental, por lo que prepara a los estudiantes en el conocimiento y las formas de trabajo propias de la investigación en esta disciplina —como el análisis y la síntesis—, el desarrollo de los procesos intelectuales y de maduración cognoscitiva. Promueve valores y actitudes que, junto con los conocimientos y metodología aprendidos, propicien en el egresado un desempeño más creativo, responsable, crítico, fundado y comprometido con la sociedad y su ambiente.</p>	<p>El estudio de la biología está orientado a conformar la cultura básica del estudiante en este campo del saber. Pretende contribuir a la formación de éste mediante la adquisición de conocimientos y principios propios de la disciplina, así como propiciar el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos conocimientos en el campo de la biología. Además, se busca enfatizar las relaciones sociedad-ciencia-tecnología para que pueda desarrollar una ética de responsabilidad individual y social que contribuya a establecer una relación armónica entre la sociedad y el ambiente.</p>	<p>Valore a la física como ciencia útil para el desarrollo social y tecnológico de México. Comprenda los modos de acercamiento de la física al conocimiento de la naturaleza: la metodología experimental y la construcción de modelos teóricos. Desarrolle habilidades para obtener conocimientos al realizar investigaciones experimentales y documentales y para comunicar los conocimientos adquiridos. Comprenda que las Leyes de Newton y de la Gravitación Universal representan una primera síntesis en el estudio del movimiento a la vez que da soporte a la física.</p>

Química	Biología	Física
		<p>Conozca y comprenda que la energía se transfiere, se transforma, se conserva y que su disipación implica limitaciones en su aprovechamiento, promoviendo así el uso racional de la energía.</p> <p>Comprenda que la transferencia de energía se puede efectuar también a través de procesos ondulatorios.</p> <p>Comprenda los procesos de inducción y radiación electromagnética y valore su impacto en el desarrollo de la tecnología y sus aplicaciones cotidianas.</p> <p>Comprenda que la física, en su evolución, ha modificado o precisado sus conceptos y leyes, sobre todo al cambiar los sistemas de estudio en torno a las teorías cuántica y relativista.</p>

Fuente: Programas de Estudio del Colegio de Ciencias y Humanidades. UNAM. *Química I a IV*, pp. 7-8; *Biología I a IV*, p. 2; *Física I a IV*, pp. 7-8.

A partir de la presentación de las competencias disciplinares y de los propósitos para la enseñanza de las ciencias naturales propuestas por cada uno de los subsistemas, es posible señalar que, en la EMS, a nivel de intenciones educativas, hay una fuerte predominancia de la alfabetización científica que enfatiza el conocimiento y la inmersión en las disciplinas científicas. Las competencias disciplinares (cuadro 2.8) están centradas fuertemente en lo que coloquialmente se conoce como lógica de las disciplinas; esto rompe con el esfuerzo de formar con competencias para la vida que se declaran como parte del MCC.

Por su parte, al mirar los propósitos de cada uno de los subsistemas (cuadros 2.9 a 2.13) es posible identificar algunas similitudes y diferencias. Por ejemplo, los propósitos declarados en la propuesta curricular de la DGB, la ENP y el CCH están centrados fuertemente en la lógica de la disciplina, mientras que los del CONALEP y la DGETI, si bien también presentan esta cualidad, apelan a un contexto de aplicabilidad del conocimiento científico. Esta diferencia puede deberse, en sentido amplio, a la visión sobre la formación de los estudiantes que tiene cada uno de los subsistemas, así como a su modelo educativo general. Por otro lado, llama la atención cómo los propósitos de cada uno de los subsistemas apelan a conocimientos conceptuales, a habilidades y destrezas de naturaleza científica, y también a actitudes y valores científicos. De igual forma, y debido a la visión sobre la formación y características de su modelo educativo, cada subsistema da mayor o menor peso a cada uno de estos contenidos desde la declaración de las intenciones educativas. Un aspecto común en las intenciones educativas declaradas en los documentos curriculares de los subsistemas, es que cuando aluden a contenidos conceptuales, estos están centrados en lo que puede denominarse ideas base o núcleos duros de la ciencia.

Así pues, y de manera general, se puede decir que en términos del para qué enseñar ciencias, hay una ruptura entre lo propuesto para los niveles de EB y lo que se sugiere en la EMS. Si bien en ambos niveles del trayecto obligatorio hay una presencia en las intenciones educativas, más o menos clara, del discurso de la alfabetización científica, en básica es mucho más integradora y

formativa, mientras que en media superior cae básicamente en un énfasis disciplinar. Es decir, en EB hay un esfuerzo por declarar intenciones educativas que apelan a lo que Roberts llama visión externalista de la alfabetización científica, mientras que en media superior se apela más a una visión internalista de la ciencia. Sin embargo, y como veremos más adelante, estos esfuerzos se ven limitados o reforzados, según sea el caso, por lo propuesto en otros elementos curriculares, como los contenidos de enseñanza (¿qué enseñar?) y las formas pedagógicas que se proponen para trabajarlos (¿cómo enseñar?).

Los propósitos declarados sobre el sentido de la inclusión de las ciencias en el currículo son el referente obligado, o al menos lo deberían de ser, para responder a las otras preguntas (¿qué enseñar?, ¿cómo enseñarlo?), cuyas respuestas articulan los diseños curriculares.

### 2.3.2. ¿Qué enseñar de las ciencias naturales?

En esta sección se presenta una descripción de los contenidos que se proponen para la enseñanza de las ciencias en los niveles que conforman la educación obligatoria en México. Se entiende por contenidos a la selección de los saberes provenientes de las ciencias, o alusivos a ellas, que constituyen lo que curricularmente es objeto de enseñanza para **Desarrollo humano y...**

En la propuesta curricular de EB se declara que los contenidos de Ciencias Naturales se encuentran organizados en torno los siguientes ámbitos: 1) Desarrollo y cuidado de la salud, 2) biodiversidad y protección del ambiente, 3) cambio e interacciones en fenómenos y procesos físicos, 4) propiedades y transformación de los materiales, y 5) conocimiento científico y conocimiento tecnológico en la sociedad (SEP, 2011). Al respecto, es posible identificar cómo en los primeros cuatro ámbitos ya se hace evidente la alusión a las disciplinas científicas a ser estudiadas; biología, física y química. El último ámbito es un esfuerzo curricular por incorporar contenidos que permitan a los estudiantes un conocimiento de la propia ciencia y de la tecnología, así como de sus implicaciones sociales. Como se podrá observar más adelante, estos ámbitos son los que orientan la denominación de los bloques de contenidos, que es la forma en que se encuentran organizados.

En el caso de preescolar y primaria, no hay una división disciplinaria de las ciencias, sino que se proponen como un conjunto. Ello no significa que la propuesta de trabajo con los contenidos se organice de manera integrada; una observación detallada que los temas incluidos corresponden a una disciplina u otra, aunque no se haga de manera explícita. En el caso de secundaria se distinguen para cada grado: Biología (Ciencias 1) en el 1er año, Física (Ciencias 2) en el 2º y Química (Ciencias 3) en el 3º.

En preescolar, el campo formativo Exploración y Conocimiento del Mundo, en su aspecto de Mundo Natural, tiene su base en las ciencias naturales. Para este nivel educativo no se especifican contenidos curriculares, sino que se tiene una orientación por competencias, cada una de las cuales tiene sus correspondientes aprendizajes esperados. Para este nivel educativo se proponen las siguientes competencias:

- Observa características relevantes de elementos del medio y de fenómenos que ocurren en la naturaleza; distingue semejanzas y diferencias, y las describe con sus propias palabras.
- Busca soluciones y respuestas a problemas y preguntas sobre el mundo natural.

- Formula suposiciones argumentadas sobre fenómenos y procesos.
- Entiende en qué consiste un experimento y anticipa lo que puede suceder cuando aplica uno de ellos para poner a prueba una idea.
- Identifica y usa medios a su alcance para obtener, registrar y comunicar información.
- Participa en acciones de cuidado de la naturaleza, la valora y muestra sensibilidad y comprensión (SEP, 2011, p. 63).

A manera de ejemplo, a continuación se presentan los aprendizajes esperados asociados a la competencia "Formula suposiciones argumentadas sobre fenómenos y procesos".

#### Cuadro 2.14. Aprendizajes esperados preescolar

Aspecto: Mundo natural
Competencia que se favorece: formula suposiciones argumentadas sobre fenómenos y procesos
Aprendizajes esperados
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plantea preguntas que pueden responderse mediante actividades de indagación: ¿qué pasa cuando se deja una fruta en un lugar seco/caluroso/húmedo por varios días?, ¿cómo podemos hacer que de esta semilla de frijol salgan más frijoles?</li> <li>▪ Especula sobre lo que cree que va a pasar en una situación observable; por ejemplo, al hervir agua, al mezclar elementos como agua con aceite, con tierra, con azúcar, y observa las reacciones y explica lo que ve que pasó.</li> <li>▪ Reconoce que hay transformaciones reversibles, como mezcla y separación de agua y arena, cambios de agua líquida a sólida y de nuevo a líquida, e irreversibles, como cocinar.</li> <li>▪ Contrasta sus ideas iniciales con lo que observa durante un fenómeno natural o una situación de experimentación, y las modifica como consecuencia de esa experiencia.</li> </ul>

Fuente: SEP, 2012, p. 65.

Como se puede observar, las cinco competencias a desarrollar en preescolar no están ancladas forzosamente a un tema o disciplina científica; son más bien interdisciplinarias y genéricas para esta área de formación. Como recordaremos, el campo denominado Exploración del Conocimiento del Mundo tiene como propósito que los estudiantes desarrollen capacidades y actitudes asociadas con el pensamiento reflexivo y analítico, el cual guarda relación con las competencias que se plantean como contenidos a desarrollar en este nivel educativo. El desarrollo de estas competencias se relaciona e integra con aquellas que se proponen para los otros campos formativos que también constituyen parte del nivel. Sin embargo, al mirar los aprendizajes esperados que se muestran en el ejemplo del cuadro 2.14, es posible identificar que son poco pertinentes para los estudiantes de preescolar, pues demandan acciones científicas que se relacionan poco con su nivel de desarrollo cognitivo.

Por su parte, en cada uno de los seis años de primaria hay cinco bloques para Ciencias Naturales, si bien el nombre de este espacio curricular alude a una visión integrada de la ciencia, un análisis de los contenidos de enseñanza permite apreciar que en general en los dos primeros años se enseñan contenidos de Biología en la materia llamada Exploración de la Naturaleza y la Sociedad, y a partir de tercero se introducen mayor cantidad de contenidos de Física y Química. El último bloque busca hacer una integración de contenidos, aludiendo a una visión de contexto 3, proponiendo la realización de proyectos que toman como base problemas sociales. Los proyectos se proponen como espacios de trabajo didáctico para que los estudiantes puedan desarrollar, integrar y aplicar conocimientos científicos en el abordaje de situaciones socialmente relevantes. En el cuadro 2.15 se presentan los bloques de contenidos para cada uno de los grados de la educación primaria.

**Cuadro 2.15.** Bloques de contenidos para primaria

Primer grado	Segundo grado
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Yo, el cuidado de mi cuerpo y mi vida diaria.</li> <li>2. Soy parte de la naturaleza.</li> <li>3. Mi historia personal y familiar.</li> <li>4. Las actividades del lugar donde vivo.</li> <li>5. Los riesgos y el cuidado del lugar donde vivo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mi vida diaria.</li> <li>2. Exploramos la naturaleza.</li> <li>3. Mi comunidad.</li> <li>4. Los trabajos y los servicios del lugar donde vivo.</li> <li>5. Juntos mejoramos nuestra vida.</li> </ol>
Tercer grado	Cuarto grado
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo mantener la salud? Me reconozco y cuido.</li> <li>2. ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Soy parte del grupo de los animales y me relaciono con la naturaleza.</li> <li>3. ¿Cómo son los materiales y sus cambios? Los materiales son sólidos, líquidos y gases, y pueden cambiar de estado físico.</li> <li>4. ¿Por qué se transforman las cosas? La interacción de objetos produce cambios de forma, posición, sonido y efectos luminosos.</li> <li>5. ¿Cómo conocemos? La investigación contribuye a promover la salud y a cuidar el ambiente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo mantener la salud? Fortalezco y protejo mi cuerpo con la alimentación y la vacunación.</li> <li>2. ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Los seres vivos formamos parte de los ecosistemas.</li> <li>3. ¿Cómo son los materiales y sus cambios? La forma y la fluidez de los materiales y sus cambios de estado por efecto del calor.</li> <li>4. ¿Por qué se transforman las cosas? La interacción de los objetos produce fricción, electricidad estática y efectos luminosos.</li> <li>5. ¿Cómo conocemos? El conocimiento científico y tecnológico en la vida diaria.</li> </ol>
Quinto grado	Sexto grado
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo mantener la salud? Prevengo el sobrepeso, la obesidad, las adicciones y los embarazos.</li> <li>2. ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Los seres vivos son diversos y valiosos, por lo que contribuyo a su cuidado.</li> <li>3. ¿Cómo son los materiales y sus cambios? Los materiales tienen masa, volumen y cambian cuando se mezclan o se les aplica calor.</li> <li>4. ¿Por qué se transforman las cosas? El movimiento de las cosas, del sonido en los materiales, de la electricidad en un circuito y de los planetas en el Sistema Solar.</li> <li>5. ¿Cómo conocemos? El conocimiento científico contribuye a solucionar problemas ambientales, adicciones o necesidades en el hogar.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cómo mantener la salud? Desarrollo un estilo de vida saludable.</li> <li>2. ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Cambiamos con el tiempo y nos interrelacionamos, por lo que contribuyo a cuidar el ambiente para construir un entorno saludable.</li> <li>3. ¿Cómo son los materiales y sus cambios? Los materiales tienen dureza, flexibilidad, permeabilidad y cambian de manera temporal o permanente.</li> <li>4. ¿Por qué se transforman las cosas? Las fuerzas, la luz y las transformaciones de energía hacen funcionar máquinas simples e instrumentos ópticos que utilizamos diario y contribuyen a la exploración del Universo.</li> <li>5. ¿Cómo conocemos? El conocimiento científico y técnico contribuye a que tome decisiones para construir un entorno saludable.</li> </ol>

Como se ya ha mencionado, la propuesta curricular de primaria divide la enseñanza de las ciencias en dos asignaturas (“Exploración de la naturaleza y sociedad” para primero y segundo grado y “Ciencias Naturales” de tercero a sexto grado). Esta división de asignaturas es un aspecto positivo del currículo de educación primaria pues denota que, al menos desde la retórica curricular, hay una continuidad entre los propósitos formativos propuestos para educación preescolar y los correspondientes a los primeros dos grados de la educación primaria. Lo anterior es ejemplo de un esfuerzo curricular por tratar de acercar a los estudiantes al mundo de las ciencias naturales de manera fluida y de propiciar un tratamiento mucho más gradual de los contenidos asociados a él y una manera de hacer que las ciencias naturales converjan en un mismo espacio curricular.

Entre los contenidos de primero y segundo grado de primaria existe una correspondencia y articulación, la diferencia radica en el énfasis de cada uno de ellos: para el caso de los de primer grado, están centrados en los individuos, mientras que los de segundo, en la comunidad. Esta organización enfatiza el modelo de contexto 2 o 3. Al mirar los contenidos de enseñanza propuestos de tercero a sexto grados es posible identificar claramente los ámbitos que los organizan

Los contenidos propuestos para estos grados tienden a ser graduales; si bien se aborda un tema eje (por ejemplo, la transformación de las cosas), el énfasis en el conocimiento es en diferentes nociones o asuntos científicos. Un aspecto que llama la atención, es que en la propuesta de contenidos no es posible identificar la alusión a los alusivos a procedimientos, valores y actitudes científicas, pues casi todos aluden a contenidos conceptuales. Lo anterior es una ruptura entre los contenidos y los propósitos formativos que se declaran oficialmente.

En la misma lógica de estructura curricular que se tiene para los seis grados de educación primaria, en el caso de educación secundaria las tres asignaturas de Ciencias sugieren cinco bloques de contenidos y el último corresponde al *trabajo por proyectos* (SEP, 2011b).

La asignatura Ciencias I (énfasis en biología) retoma la visión del funcionamiento del cuerpo humano con contenidos que permiten contextualizar el estudio en situaciones de la vida cotidiana, centrarse en asuntos de interés y relevancia para los alumnos, especialmente los asociados a los principales problemas de salud. Cada bloque parte del contexto del cuerpo humano y después se amplía hacia las interacciones e interdependencia de la vida en los ecosistemas y la importancia del cuidado ambiental. Se busca estimular en los estudiantes la reflexión acerca de las contribuciones de la ciencia y la tecnología al conocimiento de los seres vivos y a la satisfacción de necesidades humanas relacionadas con la salud y el ambiente.

Por su parte la asignatura Ciencias II (énfasis en física) está orientada a favorecer la construcción y aplicación de los conocimientos en situaciones de la vida cotidiana con base en la representación de fenómenos y procesos naturales y en el uso de los conceptos, modelos y del lenguaje científico. Parte de una perspectiva macroscópica al analizar las interacciones perceptibles a simple vista para arribar a una interpretación microscópica con el uso de modelos. La enseñanza de la física debe promover la construcción y la transformación de modelos sobre los fenómenos físicos.

Finalmente, la asignatura Ciencias III (énfasis en química) está centrada en las propiedades y las transformaciones de los materiales con el fin de que los alumnos logren desarrollar la capacidad de explicar procesos químicos a partir de la representación de su estructura interna. Se busca que los alumnos brinden explicaciones sobre fenómenos naturales a partir de actividades experimentales y de la construcción e interpretación de modelos (enfoque de modelaje). El curso considera la perspectiva histórica por lo que plantea tres momentos esenciales del desarrollo de la química a partir de lo que se denomina "revoluciones de la química": ley de conservación de la masa, clasificación de los elementos químicos en la tabla periódica y enlaces y estructura de los compuestos químicos. Durante el curso se busca resaltar la valoración del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad, que considera los aspectos sociales que contribuyen a la satisfacción de necesidades para mejorar la calidad de vida y la manera en que se construye el conocimiento químico.

En el cuadro 2.16 se presentan los bloques de estudio de la asignatura Ciencias para cada grado escolar de la secundaria (SEP, 2011b).

**Cuadro 2.16.** Bloques de estudio para las asignaturas de Ciencias. Secundaria

Ciencias I (énfasis en biología)	Ciencias II (énfasis en física)	Ciencias III (énfasis en química)
1. La biodiversidad: resultado de la evolución.	1. La descripción del movimiento y la fuerza.	1. Las características de los materiales.
2. La nutrición como base para la salud y la vida.	2. Leyes del movimiento.	2. Las propiedades de los materiales y su clasificación química.
3. La respiración y su relación con el ambiente y la salud.	3. Un modelo para describir la estructura de la materia.	3. La transformación de los materiales: la reacción química.
4. La reproducción y la continuidad de la vida.	4. Manifestaciones de la estructura interna de la materia.	4. La formación de nuevos materiales
5. Salud, ambiente y calidad de vida.	5. Conocimiento, sociedad y tecnología.	5. Química y nueva tecnología.

Para el caso de la asignatura Ciencias I (énfasis en biología) la perspectiva integradora de la alfabetización científica queda plasmada de mejor forma, pues los contenidos de enseñanza propuestos están contextualizados a la cotidianidad de los adolescentes, sin centrarse exclusivamente en asuntos especializados o disciplinares. Lo anterior suele presentarse en menor medida en las asignaturas de segundo y tercer grado, Ciencias II (énfasis física) y Ciencias III (énfasis química) respectivamente, en las cuales curricularmente se favorece más el tratamiento de nociones conceptuales asociadas a la estructura de la disciplina que la conexión de los temas científicos con los intereses, inquietudes o situaciones cercanas a los estudiantes. En este sentido, aparece una tensión entre los contenidos científicos propuestos para estas asignaturas y el desarrollo de las competencias científicas sugeridas en los documentos que articulan el currículo de ciencias para el nivel de educación secundaria y de toda la EB.

Para el caso de la EMS, la mayoría de los subsistemas aquí considerados privilegia la estructura disciplinar paradigmática<sup>4</sup> de Biología, Física y Química, sin que se tiendan puentes claros entre las disciplinas científicas, ni entre ellas y las humanidades y tecnologías; es decir, la enseñanza está centrada en el conocimiento mismo de cada disciplina. Ahora bien, la forma de organizar los contenidos de enseñanza es diferente en la propuesta curricular de cada subsistema de EMS.

### Dirección General de Bachillerato

La DGB organiza los contenidos de enseñanza por bloques temáticos, la DGETI no lo hace explícito, el CONALEP lo hace por unidades de aprendizaje, la ENP y el CCH por unidades. En el siguiente cuadro se presentan los contenidos de enseñanza propuestos para cada asignatura del campo de las Ciencias Experimentales de la DGB.

<sup>4</sup> La Estructura Disciplinar Paradigmática, como se comentó en el capítulo 1, refiere a aquello que una persona con la educación adecuada, entiende por Biología, Física y Química. En ese sentido, la estructura curricular paradigmática es la propuesta sobre aquello que debe enseñarse en la escuela, lo que se aspira que aprenda todo estudiante y que típicamente refiere a la estructura paradigmática de la ciencia. En la tabla del anexo X se muestra la Estructura Curricular Paradigmática de la Biología, la Física y la Química como la muestran los índices de algunos de los libros de texto más utilizados en la educación media superior para estas disciplinas, así como a nivel licenciatura.

**Cuadro 2.17. Bloques temáticos propuestos para cada asignatura de la DGB asociada al campo de las Ciencias Experimentales**

Química	Física	Biología	Ecología y Medio Ambiente
<p>Química I:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconoces a la química como una herramienta para la vida.</li> <li>2. Comprendes la interrelación de la materia y la energía.</li> <li>3. Explicas el modelo atómico actual y sus aplicaciones.</li> <li>4. Interpretas la tabla periódica.</li> <li>5. Interpretas enlaces químicos e interacciones intermoleculares.</li> <li>6. Manejas la nomenclatura química inorgánica.</li> <li>7. Representas y operas reacciones químicas.</li> <li>8. Comprendes los procesos asociados con el calor y la velocidad de las reacciones químicas.</li> </ol>	<p>Física I:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconoces el lenguaje técnico básico de la física.</li> <li>2. Identificas diferencias entre distintos tipos de movimiento.</li> <li>3. Comprendes el movimiento de los cuerpos a partir de las Leyes de Newton.</li> <li>4. Relacionas el trabajo con la energía.</li> </ol>	<p>Biología I:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconoces a la biología como la ciencia de la vida.</li> <li>2. Identificas las características de los componentes de los seres vivos.</li> <li>3. Reconoces a la célula como unidad de la vida.</li> <li>4. Describes el metabolismo de los seres vivos.</li> <li>5. Valoras la biodiversidad e identificas estrategias para preservarla.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoces los niveles básicos de la ecología en su contexto.</li> <li>2. Comprendes la dinámica de los ecosistemas que integran la biósfera.</li> <li>3. Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución.</li> </ol>
<p>Química II:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicas la noción de mol en la cuantificación de procesos químicos de tu entorno.</li> <li>2. Actúas para disminuir la contaminación del aire, del agua y del suelo.</li> <li>3. Comprendes la utilidad de los sistemas dispersos.</li> <li>4. Valoras la importancia de los compuestos del carbono en tu entorno y en tu vida diaria.</li> <li>5. Identificas la importancia de las macromoléculas naturales y sintéticas.</li> </ol>	<p>Física II</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicas el comportamiento de los fluidos.</li> <li>2. Identificas diferencias entre calor y temperatura.</li> <li>3. Comprendes las leyes de la electricidad.</li> <li>4. Relacionas la electricidad con el magnetismo.</li> </ol>	<p>Biología II:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificas los tipos de reproducción celular y de los organismos, y su relación con el avance científico.</li> <li>2. Reconoces y aplicas los principios de la herencia.</li> <li>3. Valoras las aportaciones más relevantes de la biotecnología.</li> <li>4. Describes los principios de la evolución biológica y los relacionas con la biodiversidad de las especies.</li> <li>5. Conoces los principios estructurales y funcionales de los seres humanos y los comparas con otros organismos del reino animal.</li> <li>6. Reconoces a las plantas como organismos complejos de gran importancia para los seres vivos.</li> </ol>	

Se destaca en esta propuesta curricular la intención de promover conocimientos sobre lo que implica la ciencia, y que incluye un acercamiento a sus métodos, pero también a su comprensión como una actividad humana que tiene limitaciones y también horizontes de desarrollo y que se vincula con la importancia de la cultura científica. Esta propuesta busca que el estudiante participe de esta cultura científica a partir del fomento del interés en la ciencia, en la cual reviste especial importancia las dimensiones de la comunicación de la ciencia y sus formas de participación en la comunidad científica lo cual se relaciona, para el caso de los estudiantes, con sus habilidades de identificación, selección y uso de la información.

### Dirección General de Bachillerato Tecnológico

En el siguiente cuadro se muestran los contenidos de enseñanza propuestos para cada asignatura del campo de las Ciencias Experimentales de la DGETI.

**Cuadro 2.18.** Bloques temáticos propuestos para cada asignatura de la DGETI asociada al campo de las Ciencias Experimentales

Química	Biología	Física	Ecología	Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores
Química I: Materia y energía	I. Sistema vivo II. Autopoyesis y homeostasis III. Organización IV. Procesos vitales V. Evolución	Física I: Movimiento, fuerza y masa	Biósfera Bioma Ecosistema	Desarrollo sustentable Sociedad-cultura Historicidad
Química II: Materia y energía		Física II: Masa, fuerza e Interacciones materia-energía.		

### Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica

En el siguiente cuadro se presentan los contenidos de enseñanza propuestos para cada módulo del campo de las Ciencias Experimentales del CONALEP.

**Cuadro 2.19.** Unidades de aprendizaje propuestas para cada asignatura del CONALEP asociada al campo de las Ciencias Experimentales

Análisis de la materia y energía	Identificación de la biodiversidad	Interpretación de fenómenos físicos de la materia
<ol style="list-style-type: none"> <li>Determinación del comportamiento de la materia y la energía de compuestos inorgánicos.</li> <li>Obtención del balance de masas y de energía calorífica.</li> <li>Diferenciación de los compuestos del carbono y derivados.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Descripción del papel de la biología actual.</li> <li>Descripción de la célula y su importancia en los seres vivos.</li> <li>Cuidado del ambiente en armonía con los seres vivos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Medición de magnitudes físicas y representación de vectores en objetos y fenómenos físicos cotidianos.</li> <li>Determinación de fuerzas de cuerpos en reposo.</li> <li>Determinación del movimiento de los cuerpos.</li> <li>Cuantificación de las fuerzas que intervienen en un cuerpo.</li> </ol>

Si se miran los contenidos de enseñanza que se proponen para cada una de asignaturas del CONALEP, es posible identificar que éstos aluden a lo que se podría llamar los “núcleos básicos” de las disciplinas científicas. Por ejemplo, la asignatura “Análisis de la materia y energía”, que alude a la ciencia química, propone el acercamiento a la materia y energía, el balance de masas y lo relacionado con los compuestos químicos, como aspectos básicos que deben aprender los estudiantes que transitan por este subsistema.

## Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM

La ENP propone las siguientes unidades de aprendizaje para cada asignatura asociada al campo de las Ciencias Experimentales.

**Cuadro 2.20.** Unidades de aprendizaje propuestas para cada asignatura de la ENP asociada al campo de las Ciencias Experimentales

Biología	Física	Química
1. La biología como ciencia.	1. Introducción al curso y la relación de la física con el entorno social.	1. La energía, la materia y el cambio.
2. La célula: unidad estructural y funcional de los seres vivos.	2. Interacciones mecánicas. Fuerza y movimiento.	2. Aire, intangible pero vital.
3. Procesos para la continuidad de la vida.	3. Interacciones térmicas, procesos termodinámicos y máquinas térmicas.	3. Agua. ¿De dónde, para qué y de quién?
4. Evolución de los seres vivos.	4. Interacciones eléctricas y magnéticas. Fenómenos luminosos.	4. Corteza terrestre, fuente de materiales.
5. Historia evolutiva de la diversidad biológica.	5. Estructura de la materia.	5. Alimentos, combustible para la vida.
6. Los seres vivos y su ambiente.		

## Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM

Finalmente, el CCH propone los siguientes contenidos de enseñanza de cada una de las asignaturas de ciencias, los cuales están organizados por unidades.

**Cuadro 2.21.** Unidades de aprendizaje propuestas para cada asignatura del CCH asociada al campo de las Ciencias Experimentales

Química	Biología	Física
1. Agua, compuesto indispensable.	1. ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los seres vivos?	1. Acerca de la física.
2. Oxígeno, componente activo del aire.	2. ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?	2. Fenómenos mecánicos.
3. Suelo, fuente de nutrientes para las plantas.	3. ¿Cómo se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?	3. Fenómenos termodinámicos.
4. Alimentos, proveedores de sustancias esenciales para la vida.	4. ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas vivos?	4. Fenómenos ondulatorios mecánicos.
5. Medicamentos, productos químicos para la salud.	5. ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?	5. Fenómenos electromagnéticos.
		6. Física y tecnología contemporáneas.

Como se puede observar en las tablas anteriores, en los diferentes programas de las asignaturas asociadas al campo de las Ciencias Experimentales<sup>5</sup> de los diferentes subsistemas de EMS se puede reconocer su cercanía con lo que reporta la Estructura Disciplinaria Paradigmática, asumiendo una continuidad en los temas con respecto a la secundaria y sólo se pretende estudiarlos con mayor profundidad. La estructura disciplinaria paradigmática manifiesta lo que se entiende y enseña en los libros sobre esa disciplina. En secundaria se inicia esta aproximación, mientras que en los diferentes subsistemas del bachillerato se intenta profundizar. Como muchos de los temas son iniciados en secundaria y retomados en bachillerato de semejante manera y no se establecen conexiones explícitas entre ambos niveles, el esfuerzo por tener un diseño curricular en espiral queda limitado y más bien se visibiliza un currículo recurrente y circular, que no parece promover la profundidad en el conocimiento alcanzado previamente.

Un aspecto que resalta de los contenidos de enseñanza propuestos en los subsistemas de EMS, es la diferencia entre el número que se proponen para Biología con respecto a los de Física y Química, siendo esta última la disciplina que presenta el menor número de contenidos. Lo anterior guarda relación con los ámbitos en los que se organizan los contenidos de enseñanza para EB, principalmente porque dos de ellos corresponden claramente a lo estudiado en Biología, a saber Desarrollo Humano y Cuidado de la Salud, y Biodiversidad y Protección del Ambiente.

Se puede señalar que de las propuestas curriculares de EMS que aquí fueron analizadas, la estructura, organización y secuenciación de contenidos de enseñanza que proponen la DGB, el CCH y la ENP se asemeja bastante a la estructura curricular paradigmática, denotando una fuerte carga científicista. Los contenidos de enseñanza propuestos por estos subsistemas de EMS son los más abstractos y cercanos a la ciencia que se enseña en el nivel universitario. Vistas de manera conjunta, las propuestas curriculares de la DGB, el CCH y la ENP presentan congruencia entre los propósitos formativos que declaran en sus respectivos programas de estudio y los contenidos de enseñanza sugeridos en ellos mismos. Esta congruencia entre elementos curriculares refuerza la enseñanza científicista y disciplinar de las ciencias naturales, pues como recordaremos, los propósitos formativos también enfatizan fuertemente una visión dogmática de las ciencias. De esto se deriva no sólo que en estos subsistemas de EMS se promuevan imágenes estereotipadas de la actividad científica, muchas de las cuales se consideran como superadas dados los avances del conocimiento en este campo, sino que también los estudiantes vean a las ciencias como algo difícil de aprender y cuyo conocimiento es algo acabado, fragmentado y producto de una actividad minuciosa que realizan sujetos con capacidades superiores o específicas (Carvajal y Gómez, 2002; Rampal, 1999).

Por otro lado, es relevante mencionar que, en toda la descripción curricular, salvo tal vez en la primaria, no se encuentra una intención clara por vincular a las disciplinas: no se hace mención ni se proponen actividades en las que claramente se vincule, por ejemplo, a la física con las matemáticas o la biología con la geografía. Aun cuando esta interdisciplina podría aparecer en los proyectos finales, estos, al ser opcionales, no garantizan que haya esta integración, por lo que las disciplinas se abordan de manera aislada.

---

<sup>5</sup> En el MCC se establece como una de las cuatro áreas de formación las Ciencias Experimentales, que son Física, Química y Biología.

Respecto a la naturaleza de la ciencia, analizando las competencias, la progresión a través de los estándares de ciencias, los contenidos curriculares de los niveles educativos, así como los propósitos para el estudio de las Ciencias Naturales en la EB disponibles para los niveles de primaria y secundaria, es posible extraer la imagen de ciencia que se tiene declaradamente en el currículo:

La ciencia es una actividad humana en permanente construcción, con alcances y limitaciones, cuyos productos son aprovechados según la cultura y las necesidades de la sociedad. Que nos permite comprender, interpretar y representar fenómenos y procesos naturales; que tiene un lenguaje propio, que se vincula con el contexto social y con el medio ambiente a través de sus aplicaciones tecnológicas (SEP, 2011).

Además, la ciencia repercute en la toma de decisiones informadas y la resolución de problemas, y tiene métodos propios de investigación, los cuales involucran habilidades tales como: identificación de problemas, planteamiento de preguntas, realización de experimentos, recabado de datos, realización y registro de observaciones de campo, resolución de preguntas y comunicación de resultados (SEP-3º de Primaria, 2011, p. 83; SEP-4º de Primaria, 2011, p. 86; SEP-5º y 6º de Primaria, p. 88; SEP-Secundaria, 2013, p. 18), así como la disposición para el trabajo colaborativo (SEP-3º de Primaria, 2011, p. 84; SEP-4º de Primaria, 2011, p. 86; SEP-5º y 6º de Primaria, p. 88; SEP-Secundaria, 2013, p. 19), y el desarrollo y aplicación de modelos para interpretar, describir, explicar o predecir fenómenos y procesos naturales (SEP-Secundaria, 2013, p. 19).

A pesar de estas “declaraciones de principios” el análisis más detallado indica que en el caso del nivel de preescolar no hay una alusión clara a alguna postura filosófica respecto a la ciencia. Por otro lado, en el nivel de primaria, particularmente en la descripción de “Proyectos científicos”, se pretende tener una visión de la ciencia en la que el método científico *no* es único y universal.<sup>6</sup> De esta manera, en términos generales, se declara que la ciencia es provisional, que es una actividad de construcción colectiva y que no hay un único método (científico). Cabe señalar que todas estas declaraciones forman parte de la descripción general del programa. Sin embargo, en el abordaje de los contenidos no aparecen actividades o contenidos que promuevan explícitamente esta concepción. En el nivel de secundaria, por el contrario, sí hay una descripción más directa sobre aspectos históricos y filosóficos de la ciencia, vinculados a actividades que deben realizar los estudiantes.

En el caso del bachillerato —dada su diversidad— es difícil establecer generalizaciones. Destaca el caso de la propuesta de la DGETI, específicamente la asignatura Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores, la cual marca una importante diferencia con los otros currículos estudiados debido a que es un espacio que permite integrar los conocimientos de otras asignaturas provenientes no sólo de las ciencias naturales, sino también de las sociales y humanísticas. De esta asignatura también es importante resaltar, por un lado, el abordaje de temas controversiales (científicos y sociales) que posibilitan el tratamiento de los contenidos de enseñanza y, por el otro, su propuesta pedagógica, la cual sugiere propiciar procesos de investigación de naturaleza científica para estudiar esos temas.

<sup>6</sup> “En la realización de este tipo de proyectos debe evitarse la promoción de visiones empiristas, inductivas y simplificadas de la investigación, como las que se limitan a seguir un ‘método científico’ único e inflexible que inicia, invariablemente, con la observación” (SEP-3º primaria, 2011, p. 90).

En ninguno de los bachilleratos analizados se discute explícitamente la competencia disciplinar 1: “Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos”. El único programa en el que aparece una clara alusión a una postura filosófica es el de la DGB, en el que se evidencia que:

se busca consolidar y diversificar los aprendizajes y desempeños adquiridos, ampliando y profundizando los conocimientos, habilidades, actitudes y valores relacionados con el campo de las ciencias experimentales [...] implementando el método científico como un elemento indispensable en la resolución y exploración de éstos, con la finalidad de contribuir al desarrollo humano y científico (SEP-Química I-DGB, 2013, p. 6).

Si bien esta postura del método científico como único y universal ha sido reconocida en la investigación educativa actual como inadecuada (McComas, 2000), está claro que es esa visión la que se pretende tengan los estudiantes que se apeguen a este programa.

En el resto de los programas, aunque se consideren, por ejemplo, la existencia de modelos, no se propone una discusión o reflexión sobre su construcción, y sólo se da por aceptado que “existen” muy lejos de lo que pide la competencia disciplinar 9: “Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos”. Lo anterior, resulta contrario también a las más recientes tendencias educativas (Justi, 2006) en las que se indica la importancia del modelaje.

En el caso de la contextualización, deben considerarse los cinco ámbitos de estudio de las Ciencias Naturales que se aplican para toda la EB y que ya se mencionaron anteriormente. A partir de ellos, se busca contextualizar los contenidos disciplinares de manera que el estudiante pueda “aplicar” lo aprendido en algún aspecto de su vida cotidiana como la contaminación ambiental o la alimentación saludable, lo cual puede ubicarse claramente en los Modelos de Contexto I y II, ya que los ámbitos parten del conocimiento científico. De igual manera, la propuesta de realizar proyectos finales que se relacionen con la vida cotidiana del estudiante, con su entorno o país también contribuye a que los conocimientos sean más significativos, lo cual corresponde a los Modelos de Contexto II y III, ya que parten de la sociedad y no de los conocimientos científicos. Es fundamental para ello que se lleven a cabo en las aulas considerando las características particulares de su propio entorno.

Por otro lado, pueden identificarse algunos ejes transversales que permean toda la enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria, y que no son de carácter pedagógico ni científico, sino producto de la época; a saber: el cuidado de la salud y la prevención de riesgos, el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable, y el respeto a la diversidad cultural y de género. La desventaja de esto es que la enseñanza de las ciencias, pensada como alfabetización científica, queda interferida por estos ejes transversales, en los estándares curriculares de ciencias.

Finalmente, en términos generales, se puede caracterizar al currículo mexicano en la EB por competencias y con una progresión en espiral —aunque bajo esta declaración por competencias subyace una estructura disciplinaria, que se manifiesta claramente en la secundaria—, ya que se retoman los mismos estándares pero con una complejidad mayor en cada nivel. En la EMS aunque también se declara que es por competencias, no se reconoce el esfuerzo hecho en la EB para relacionar éstas con los contenidos y que corresponden claramente a la estructura disciplinar

paradigmática. Además, la ausencia de espacios curriculares que potencialmente permitan una integración disciplinaria estrechamente relacionada con las competencias que se pretende alcanzar sugiere la dificultad de que se alcancen a plenitud.

### 2.3.3 ¿Cómo se enseñan las ciencias naturales?

Para responder a esta pregunta es necesario analizar la propuesta pedagógica planteada en los documentos curriculares que muestran la visión que se tiene sobre el proceso educativo y las estrategias didácticas planteadas en los programas de estudio. Además, hay que referir los elementos asociados a las actividades prácticas (eje 4) y las propuestas de evaluación (eje 5).

De manera general, en el Programa de Educación Preescolar (PEP) 2011, es posible identificar una concepción en torno al aprendizaje de los niños:

El programa se enfoca al desarrollo de competencias, considerados como “aprendizajes valiosos en sí mismos”, a través de cuyo desarrollo se pretende que niñas y niños “aprendan más de lo que saben acerca del mundo y sean personas cada vez más seguras, autónomas, creativas y participativas”, y cuya selección en el programa se sustenta en la convicción de que niños y niñas “poseen enormes potencialidades de aprendizaje” (SEP, 2012, p. 14).

En este sentido, el programa de estudios de preescolar sugiere a las educadoras el diseño e implementación de “actividades con niveles distintos de complejidad en las que habrá de considerar los logros que cada niño y niña ha conseguido y sus potencialidades de aprendizaje” (SEP, 2012, p. 13). En dicho programa se demanda a las educadoras el diseño de situaciones didácticas que imponga a los estudiantes diferentes desafíos, retos y motivaciones. El programa de estudios propone como modalidades de trabajo los proyectos y las secuencias didácticas como situaciones de aprendizaje que permiten organizar el trabajo de los niños con el fin de alcanzar los aprendizajes esperados.

Específicamente para el campo formativo Exploración y Conocimiento del Mundo reconoce que, desde edades tempranas, los niños y las niñas en edad preescolar tienen ideas propias acerca de su mundo más próximo, las cuales les permiten generar explicaciones sobre los aspectos de la realidad, darles sentido y hacer distinciones entre ellos. El contacto con elementos y fenómenos del mundo natural son consideradas en el programa de preescolar como experiencias estimulantes para el desarrollo en los niños de las capacidades intelectuales y afectivas, así como también para que puedan disponer de diferentes posibilidades de aprender. Se sostiene, además, que el trabajo en este campo formativo es un espacio propicio “para poner en juego la observación, la formulación de preguntas, la resolución de problemas y la elaboración de explicaciones, inferencias y argumentos sustentados en experiencias directas” (SEP, 2012, p. 61). Se incluye como parte del trabajo “la resolución de preguntas (mediante la experimentación o la indagación por diversas vías)”.

En el caso de preescolar, se propone que:

El trabajo en este campo formativo es propicio para poner en juego la observación, la formulación de preguntas, la resolución de problemas (mediante la experimentación o la indagación por diversas vías), y la elaboración de explicaciones, inferencias y argumentos sustentados en experiencias directas que les ayudan a avanzar y

construir nuevos aprendizajes sobre la base de los conocimientos que poseen y de la nueva información que incorporan (SEP-Preescolar, 2011, p. 61).

Asimismo, en la sección “Estándares de ciencias”, se establece en el punto 3, “Habilidades asociadas a la ciencia”, una serie de objetivos relacionados con la actividad experimental, tales como:

3.2 Formula preguntas que expresan su curiosidad e interés en conocer más acerca del mundo natural, y que pueden ser respondidas mediante el trabajo experimental, o preguntar a otros con la ayuda de algunas personas (¿qué sucede si...?, ¿qué sucede cuando...?, ¿cómo podemos saber más sobre...?) (SEP-Preescolar, 2011, p. 36).

Con respecto a la evaluación, en el programa de preescolar se plantea que las docentes mantengan “una actitud de observación e indagación constante en relación con lo que experimenta en el aula cada uno de sus alumnos” (SEP, 2012, p. 20) y se plantea como parte de la planificación el “tener referentes claros para evaluar el proceso educativo de los alumnos” (SEP, 2012, p. 25). En el apartado dedicado a este tema, se menciona que en preescolar “la evaluación es fundamentalmente de carácter cualitativo, está centrada en identificar los avances y dificultades que tienen los niños en sus procesos de aprendizaje” (SEP, 2012, p. 181). En este mismo apartado se ofrecen respuestas en torno a tres preguntas (ver cuadro 2.22) y se reconocen tres momentos de la evaluación: inicial o diagnóstica, intermedia, y final y permanente. Los instrumentos de evaluación sugeridos a las docentes son: expediente personal de los alumnos, el diario de trabajo portafolios y listas de cotejo.

**Cuadro 2.22.** La evaluación en preescolar

¿Qué se evalúa?	¿Para qué se evalúa?	¿Quiénes participan?
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los aprendizajes que adquieren progresivamente los alumnos, tomando como parámetro los aprendizajes esperados.</li> <li>▪ Los estándares curriculares y las competencias que van logrando los niños.</li> <li>▪ La intervención docente.</li> <li>▪ Las formas de organización del grupo en relación con los tipos de actividades.</li> <li>▪ La organización y el funcionamiento de la escuela.</li> <li>▪ La participación de las familias en actividades educativas para apoyar a sus hijos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estimar y valorar logros y dificultades de aprendizaje de los alumnos.</li> <li>▪ Valorar los aciertos en la intervención educativa y la necesidad de transformación de las prácticas docentes.</li> <li>▪ Identificar la pertinencia de la planificación, el diseño de estrategias y situaciones de aprendizaje desplegadas, para adecuarlas a las necesidades de aprendizaje de los alumnos.</li> <li>▪ Mejorar los ambientes de aprendizaje en el aula, formas de organización de las actividades, relaciones que se establecen en el grupo, la organización de los espacios, aprovechamiento de los materiales didácticos, aprovechamiento de la jornada diaria, entre otros.</li> <li>▪ Conocer si la selección y orden de contenidos de aprendizaje fueron los adecuados y pertinentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El docente, por la cercanía que tiene con el alumno y mayor oportunidad de observarlo en distintos momentos y actividades de la jornada de trabajo.</li> <li>▪ Los niños, pues manifiestan qué han aprendido, qué les cuesta trabajo o no entienden, cómo se sienten en las actividades, qué les gusta o disgusta, qué les es fácil y qué no.</li> <li>▪ Las familias, fuente de información valiosa sobre cómo perciben los cambios en sus hijos a partir de su permanencia en la escuela; qué aprendizajes identifican en ellos, qué información les reportan sobre lo que hacen en el aula y cómo se sienten tratados.</li> <li>▪ El colegiado de docentes observa el comportamiento de los alumnos, sus formas de comunicación y de relacionarse con otros en espacios y actividades distintas a las del aula.</li> </ul>

Fuente: SEP, 2012, pp. 181-183.

Para la asignatura Exploración de la Naturaleza y la Sociedad de primero y segundo grado de educación primaria no se mencionan algunas formas particulares de trabajo didáctico. Lo único que se ofrece a los docentes como orientaciones para el trabajo didáctico es el empleo de preguntas detonantes para generar el interés de los estudiantes por aprender y que permitan generar contrastes entre lo que saben y los contenidos que se les presentan. En el programa de estudios de esta asignatura hay un esfuerzo notable por declarar una visión constructivista del aprendizaje, especialmente cuando se alude al papel de los alumnos y de la importancia de su interés y participación en la ejecución de las estrategias que despliegan los docentes. Por ejemplo:

En cuanto al estudio de la naturaleza se fortalecen habilidades y actitudes encaminadas a la construcción de la noción de ambiente, la observación y el análisis de características particulares de los seres vivos y otros componentes naturales del lugar donde viven, lo que permitirá en grados posteriores establecer correlaciones en términos de su diversidad y distribución en distintos medios (SEP, 2011, p. 98).

También en la asignatura Ciencias Naturales, que va de tercero a sexto grado de primaria, se contempla “colocar a los alumnos como centro del proceso educativo” de modo que sean “los principales involucrados en construir o reconstruir sus conocimientos” (SEP, 2012b, p. 85), lo cual denota una visión constructivista del aprendizaje escolar. De esta manera, en los programas para esta asignatura se contemplan que el docente “fomente la curiosidad” y “reconozca que el entorno natural inmediato y las situaciones de la vida cotidiana son el mejor medio para estimular y contextualizar el aprendizaje” (SEP, 2012b, p. 87).

En la primaria, también se plantea la cuestión experimental en la sección “Formación científica básica”, donde se establece que:

La formación científica de niñas y niños en esta asignatura tiene como intención principal que comprendan y planteen explicaciones iniciales de procesos y fenómenos naturales y, al mismo tiempo, pongan en práctica habilidades asociadas a la ciencia escolar con actividades de exploración y experimentación, vinculadas con actitudes para la prevención de enfermedades, riesgos y el cuidado del ambiente (SEP-1º de primaria, 2011, p. 97).

En los programas de primaria y secundaria se plantea que

La investigación es un aspecto esencial de la formación científica básica, por lo que se deberá favorecer el diseño y desarrollo de actividades prácticas, experimentales y de campo. En los cursos de secundaria se recomienda dedicar a dichas actividades al menos dos horas semanales, desarrollándolas en el salón de clases, en el patio de la escuela y en sus alrededores, con materiales que sea fácil obtener y permitan su reutilización, y aprovechar las instalaciones del laboratorio, si se cuenta con ellas. (SEP, 2012b, p. 89).

En los programas de estudio para la asignatura Ciencias Naturales se considera como indispensable “acercar a los alumnos a la investigación científica de un modo significativo y relevante, a partir de actividades creativas y cognitivamente desafiantes para propiciar un desarrollo autónomo y abrir oportunidades para la construcción y movilización de sus saberes” (SEP, 2012b, p. 88).

Ejemplos de este tipo de actividades pueden ser, para el caso de educación primaria y secundaria, los proyectos que se proponen al final de cada bloque o al final del curso.

En este sentido, se sugiere a los docentes organizar secuencias didácticas que “favorezcan la investigación”, “estimulen el trabajo experimental, el uso de las TIC y de diversos recursos del entorno”, y “propicien la aplicación de los conocimientos científicos en situaciones diferentes de aquellas en las que fueron aprendidas” (SEP, 2012b, p. 87). El trabajo por proyectos es sugerido en el programa de la asignatura Ciencias Naturales como una estrategia para organizar las clases y propiciar la relación de los alumnos con los contenidos curriculares. Se sostiene que los trabajos por proyectos “constituyen el espacio privilegiado para constatar los avances en el desarrollo de las competencias, ya que favorece la integración y la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes, dándoles sentido social y personal” (SEP, 2012b, p. 89). Al respecto, se plantean tres tipos de proyectos: científicos, tecnológicos y ciudadanos.

En el caso de la educación secundaria, dentro del apartado “Habilidades asociadas a la ciencia”, se establece que:

- 3.1. Diseña investigaciones científicas en las que considera el contexto social.
- 3.2. Aplica habilidades necesarias para la investigación científica: plantea preguntas, identifica temas o problemas, recolecta datos mediante la observación o experimentación, elabora, comprueba o refuta hipótesis, analiza y comunica los resultados y desarrolla explicaciones.
- 3.3. Planea y realiza experimentos que requieren de análisis, control y cuantificación de variables (SEP-Secundaria, 2013, p. 18).

Asimismo, dentro de las “Modalidades de trabajo”, se establece que las actividades deben organizarse en secuencias didácticas que, entre otras cosas, tengan la característica de: “Estimular el trabajo experimental, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y de diversos recursos del entorno” (SEP-Secundaria, 2013, p. 24). Sin embargo, a pesar de la aparente importancia que se le da a la experimentación en el currículo de Ciencias, podemos ver que para el caso de Ciencias I (Biología), en ninguno de los bloques se menciona explícitamente que el estudiante deba realizar alguna experimentación. En el caso del programa de Ciencias II (Física). Para el caso del programa de Ciencias III (Química), ocurre algo muy similar y a lo largo de la descripción de los bloques y contenidos, sólo se hace explícita la realización de experimentos en cuatro ocasiones.

En el resto de contenidos tanto de Física como de Química que tendrían que ver con la realización de experimentos, se recurre a la expresión “identifica”, sin proponer algún tipo de trabajo experimental o recurriendo a actividades poco adecuadas. Es muy importante decir que, si no se hace explícita la necesidad de realizar experimentos, se abre la posibilidad de que los estudiantes no realicen esta actividad para la mayoría de los temas del curso, lo cual en las ciencias en general, y en la química en particular, no es lo ideal.

Respecto a la evaluación, en los programas de primaria y secundaria se plantea que las secuencias didácticas “propicien un proceso de evaluación formativa que proporcione información para retroalimentar y mejorar los procesos de aprendizaje” (SEP, 2012b, p. 88). El asunto es que el enunciado es magnífico pero su concreción en el aula puede ser un tanto ambigua, ya que en la propuesta curricular ocasionalmente hay las sugerencias para los maestros.

De manera general, se puede decir que, en EB lo propuesto para el *cómo enseñar* denota un esfuerzo por renovar y reorientar la enseñanza de las ciencias en situación escolar; ya que el discurso sitúa al alumno como centro del trabajo didáctico y coloca al docente como un mediador del mismo. Esto queda evidenciado en los planteamientos que reconocen la necesidad de que los estudiantes, de preescolar a secundaria, se vean implicados en procesos de investigación para que fortalezcan sus conocimientos, habilidades y destrezas científicas. Sin embargo, esta concepción renovadora de la forma de enseñar ciencias contrasta sistemáticamente no sólo con la cantidad de contenidos de enseñanza, sino también con el hecho de que éstos están centrados prioritariamente en conceptos o tópicos científicos.

Las competencias científicas que se proponen para los niveles de la EB no terminan de guardar congruencia con los enfoques de enseñanza, principalmente en lo asociado al modelo de evaluación de los aprendizajes. El trabajo por proyectos se vislumbra como un espacio privilegiado para el desarrollo de competencias y el abordaje integral de los contenidos, pues en su desarrollo los estudiantes han de combinar conocimientos, capacidades y actitudes para plantear y resolver problemáticas individuales, locales y globales en las que se ve implicada la ciencia. Sin embargo, en la propuesta curricular no se mantiene una visión uniforme de qué son y para qué sirven los proyectos en la enseñanza de las ciencias y, además, tal parece que se prioriza la mera aplicación de conocimientos (Gómez y Balderas, 2015; Blancas y Guerra, 2016).

Ahora bien, en lo que refiere a la EMS y dado que para este nivel educativo se plantea un perfil de egreso en términos de desempeños terminales construido con base en competencias, se dice que

un planteamiento de esta naturaleza es sumamente proclive a desarrollarse en el marco de una perspectiva constructivista de la enseñanza, que elimina de las prácticas educativas la memorización no significativa, favorece el aprendizaje basado en resolución de problemas, que parte de su identificación y la aplicación de las herramientas necesarias para su resolución. Además confiere un papel sumamente importante al desarrollo de capacidades de aprendizaje autónomo y se nutre fuertemente del trabajo colaborativo (DOF, 26/09/2008).

Así, dentro de las competencias disciplinares extendidas para las ciencias experimentales se encuentran la aplicación de "la metodología apropiada a la realización de proyectos interdisciplinarios atendiendo problemas relacionados con las ciencias experimentales" y el diseño de "prototipos o modelos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos, hechos o fenómenos relacionados con las ciencias experimentales" (DOF, 21/10/2008). Como ya se ha señalado anteriormente, si bien desde 2008 la existencia del MCC obliga a los diferentes subsistemas a orientar su trabajo en la misma dirección, en el caso particular del cómo enseñar, son más evidentes las diferencias entre subsistemas; a continuación, una descripción por cada uno de los subsistemas incluidos en el estudio.

## Dirección General de Bachillerato (DGB)

De acuerdo con los documentos curriculares de la DGB, las asignaturas que articulan el campo de las Ciencias Experimentales posibilitan que los estudiantes construyan conocimientos que los habiliten "para ingresar a estudios superiores o incorporarse al área productiva y de servicios" (DGB, 2013). En la DGB, los contenidos de las ciencias experimentales están definidos por dos ejes: el

conceptual y el metodológico. Cada uno de estos ejes denota una cierta orientación de tratamiento didáctico. Para el caso del eje conceptual se destaca su orientación desde la perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), mientras que en el caso del eje metodológico se destaca el enfoque educativo del constructivismo que deviene en una propuesta que menciona considerar el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución de problemas, la investigación y el trabajo en equipo.

En el bachillerato de la DGB, se observa que la actividad experimental sí está presente en el programa, aunque habría que apuntar que la realización de estas actividades parece tener un carácter demostrativo. Es decir, la actividad experimental se utiliza para “probar” o “confirmar” la teoría aprendida y no como un recurso generador de preguntas que hagan pensar a los estudiantes. Sin duda, la postura filosófica positivista del seguimiento al método científico, se hace evidente. Siguiendo esta idea se puede observar que la evaluación propuesta implica una demostración que, aun cuando menciona considerar los conocimientos previos de los alumnos, también marca como fuentes de la evaluación la demostración de manejo de la información a nivel de conceptos, terminología o normatividad. Así, de acuerdo con la DGB (2013):

la enseñanza de las ciencias debe tener como objetivo acercar la ciencia a todos y no brindar una imagen elitista y selectiva del conocimiento científico y de su adquisición [...] Se puede afirmar que el enfoque de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias naturales en el bachillerato debe asumirse en una perspectiva de la interacción del conocimiento de la naturaleza, con la interpretación que el estudiante debe hacer de las relaciones de ese conocimiento con la sociedad en que se desarrolla, con los medios tecnológicos de que dispone y la valoración de esas relaciones.

### Dirección General de Bachillerato Tecnológico (DGETI)

Como se señaló anteriormente, para esta modalidad educativa la organización de los programas de estudio es abierta, flexible y dinámica para facilitar la posibilidad de que el docente plantee múltiples construcciones de Estrategias Educativas Centradas en el Aprendizaje (ECA), acordes con su contexto. En este sentido, los programas de estudio se estructuran a partir de redes conceptuales.

Para el programa de la DGETI, aunque es poco específico el tipo de actividad experimental que habrá de realizarse, sí se manifiesta el hecho de que ha de trabajarse en actividades experimentales; por ejemplo, para hacer titulaciones o bien para la obtención de compuestos orgánicos e inorgánicos.

Al ser un modelo educativo basado en competencias se privilegian las actividades realizadas por los estudiantes, mediados por la acción de los docentes (SEP-DGTI, 2013a, p. 8). En este sentido se proponen las siguientes estrategias de enseñanza centradas en el estudiante: “las investigaciones escolares, el aprendizaje basado en proyectos, la inmersión temática o integración de contenidos, el aprendizaje basado en problemas, los casos simulados entre otras” (SEP-DGETI, 2013a, p. 8). Además, se señala que las actividades a desarrollar en las estrategias didácticas se organizan en tres momentos: “en la apertura, para identificar y recuperar las experiencias, las ideas preconcebidas, saberes y conocimientos previos del estudiante; en el desarrollo, para introducir los nuevos conocimientos y en el cierre, para que el estudiante identifique y aplique en otros contextos los aprendizajes logrados” (SEP-DGETI, 2013c, p. 20).

En el programa de biología se sugiere a los docentes “realizar actividades que desarrollen la capacidad cognitiva del estudiante, mediante ejercicios experimentales” (SEP-DGETI, 2013a: 19). Con respecto a las actividades experimentales se sostiene que deben ser abiertas y flexibles “de manera que fomenten en el estudiante la creatividad y la innovación, para que pueda plantear diseños experimentales que den solución a diversos problemas” (SEP-DGETI, 2013a, p. 31).

En el programa de la asignatura física se sostiene que “una actividad indispensable en el área de ciencias experimentales son las prácticas de laboratorio o experimentales, espacio de relación de conceptos y construcción de conocimientos nuevos” (SEP-DGETI, 2013a, p. 31). En este sentido, se considera deseable que el docente diseñe sus prácticas de laboratorio con la intención de desarrollar en los estudiantes las competencias del campo experimental y de relacionar el conocimiento de la misma con el entorno del estudiante en el que se desenvuelve.

La propuesta de evaluación del bachillerato tecnológico está orientada por un enfoque constructivista. En este caso se sostiene que un aprendizaje a través de competencias requiere considerar indicadores que permitan una evaluación objetiva. Al respecto se expresa que “la evaluación constructivista es un proceso dinámico e interrelacionado (evaluación diagnóstica, formativa y sumativa) que se aplica en cada uno de los momentos de la estrategia didáctica” (SEP-DGETI, 2013a, p. 28). En este sentido se sostiene que una evaluación de esta naturaleza permite promover entre los estudiantes procesos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.

### **Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP)**

En la propuesta curricular del CONALEP se reconoce que “formar con un enfoque en competencias significa crear experiencias de aprendizaje para que los alumnos adquieran la capacidad de movilizar, de forma integral, recursos que se consideran indispensables para saber resolver problemas en diversas situaciones o contextos” (SEP-CONALEP, 2012, p. 3). Lo anterior alude a una concepción constructivista del aprendizaje desde la cual, el centro de las prácticas de enseñanza son los estudiantes. En este sentido, se reconoce que “el docente en lugar de transmitir vertical y unidireccionalmente los conocimientos, es un mediador del aprendizaje” (SEP-CONALEP, 2012, p. 6).

A partir de lo anterior se señala tres tipos de aprendizaje que permitirán guiar el diseño de estrategias, a saber: aprendizaje significativo, aprendizaje colaborativo y aprendizaje basado en problemas. Además, se proponen las siguientes técnicas de enseñanza: el método de proyectos, estudio de casos, interrogación y participativo-vivenciales. En la descripción de los proyectos se menciona que éstos deben promover actividades en las que los alumnos puedan investigar, construir y analizar información.

Como parte de las competencias disciplinares extendidas para las ciencias experimentales se reconocen dos que guardan relación con el tipo de actividades de aprendizaje que se espera promover en el aula: 1) “aplica la metodología apropiada a la realización de proyectos interdisciplinarios atendiendo problemas relacionados con las ciencias experimentales”, y 2) “diseña prototipos o modelos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos, hechos o fenómenos relacionados con las ciencias experimentales” (SEP-CONALEP, 2012, p. 15).

Dentro de las Competencias Transversales establecidas en todos los programas de ciencias del CONALEP, se hace mención a la experimentación. Sin embargo, a lo largo de la descripción de

contenidos y actividades de evaluación son pocos los casos a los que se hace mención. Por ejemplo, en las asignaturas de Interpretación de la Relación de Reacciones Metabólicas de los Organismos (Biología), Análisis de la Materia y Energía (Química), en Interpretación de Fenómenos Físicos de la Materia (Física), no se hace mención alguna al trabajo experimental, mientras que en la asignatura Identificación de la Biodiversidad (Biología), sólo en el proyecto del Aprendizaje 3.2 se alude a un trabajo experimental “cuando aplique”. En Química, en la otra asignatura Descripción de la Relación entre Compuestos Orgánicos y el Entorno, sólo el Aprendizaje 1.2 sugiere actividad experimental. La única asignatura que hace mayor referencia a la realización de experimentos es Análisis de los Fenómenos Eléctricos, Electromagnéticos y Ópticos (Física) en la que se alude en las actividades de aprendizaje de los Aprendizajes 1.2, 2.1, 2.2 y 3.1. Aun así, consideramos que, tratándose de asignaturas de ciencias experimentales, debería haber una mayor cantidad de este tipo de actividades.

Con respecto a la evaluación, se señala que ésta, al estar orientada por un enfoque de competencias, debe centrarse en el desempeño real de los alumnos. Se reconoce explícitamente que durante el proceso de enseñanza y aprendizaje se deben promover tres finalidades de evaluación: diagnóstica, formativa y sumativa. Además, se señala que “con respecto al agente o responsable de llevar a cabo la evaluación, se distinguen tres categorías: autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación” (SEP-CONALEP, 2012, p. 136).

### Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM (ENP)

Respecto al programa de la ENP, es evidente que para todas las unidades se propone más de una actividad experimental, lo cual nos parece importante para la comprensión del “hacer” de las ciencias. Quizá, la única observación que podemos apuntar es que la mayoría de las actividades que se proponen parecen ser demostrativas; es decir, se plantean para demostrar una u otra ley, o para comprobar ciertas propiedades o fenómenos, dejando de lado la posibilidad de que los alumnos diseñen y propongan sus propias actividades experimentales.

Al ser actividades propuestas, la manera en la que son llevadas al aula o al laboratorio dependen del profesor y esperamos que, en la realidad, la actividad experimental se realice a través de estrategias y herramientas que fomenten el planteamiento de preguntas, la realización de investigaciones y el desarrollo de explicaciones con base a evidencias y no sólo a través de recetas de cocina disfrazadas de experimentos. Por otro lado, cabe destacar que, con una carga de contenidos tan densa, las posibilidades reales de realizar experimentos se ven reducidas considerablemente, por no abordar el tamaño de los equipos de estudiantes que realizan las actividades en periodos menores a los 50 minutos.

A lo largo de los tres programas de estudio de las asignaturas de Biología, Física y Química se señala:

una enseñanza basada en el planteamiento, en el reconocimiento y en algunos casos la solución de problemas particulares de la disciplina o vinculados con su vida cotidiana, necesidades de la comunidad o del país, que se apoye en actividades del alumno, con guía del profesor, como la búsqueda, la utilización y el procesamiento de la información obtenida mediante la investigación, para con ello ir construyendo su propio aprendizaje (UNAM-ENP, 1996a, p. 4).

Además se contempla que el curso “estará sustentado en la participación activa de los alumnos, no sólo del profesor”, que “enfatará más el aspecto cualitativo que el cuantitativo” y que “en todo este proceso la intervención del profesor debe ser constante para guiar al alumno en la construcción del conocimiento” (UNAM-ENP, 1996b, p. 2). Se considera que “la metodología es fundamental en el curso, debe estar centrada en el alumno, propiciar un aprendizaje significativo y promover el desarrollo de habilidades, actitudes y competencias que los capaciten para lograr su propio aprendizaje” (UNAM-ENP, 1996c, p. 3).

En el caso de Física, “el curso posee un enfoque que se estructura a partir de Secuencias Didácticas Teórico Experimentales (SEDITES)”, que “están didácticamente planeadas para elaborar modelos cualitativos simples que son reforzados y complementados desde diferentes ángulos con otras secuencias didácticas” (UNAM-ENP, 1996b, p. 3). Para esta asignatura se propone que las SEDITES se inicien “con experimentos diseñados para poner a prueba” las ideas previas de los alumnos” (UNAM-ENP, 1996b, p. 3) y que “la producción de SEDITES es una buena oportunidad para que los profesores propongan proyectos de investigación para la utilización de los Laboratorios Avanzados de Ciencia Experimental (LACE)” (UNAM-ENP, 1996b, p. 4)

En el programa de Biología “se sugiere la realización de una investigación bibliográfica, experimental o de campo y prácticas de laboratorio durante el transcurso de la unidad”. (UNAM-ENP, 1996a, p. 5). Además, como sugerencia de actividades a evaluar se incluyen: “trabajo de laboratorio” y “trabajo de investigación (bibliográfico o experimental)” (UNAM-ENP, 1996a, p. 79). Por último, en Química “se privilegia la realización de experimentos en el laboratorio, en el aula y fuera de ella, como base para que el educando estructure sus conocimientos y adquiera habilidades” (UNAM-ENP, 1996c, p. 2).

De manera general, en los programas de estudio de las asignaturas de ciencias de la ENP se contempla que la evaluación deberá ser permanente y servir como indicador importante que nos permitirá orientar mejor el proceso enseñanza-aprendizaje (UNAM-ENP, 1996a, p. 83). Por su parte, en la elaboración de las SEDITES, presentes en el programa de Física, se contempla tomar “como punto de partida las ideas previas o esquemas alternativos que los alumnos poseen sobre diversos conceptos físicos estudiados en el curso y que previamente han sido detectadas” (UNAM-ENP, 1996b, p. 3).

## **Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM (CCH)**

En el caso del CCH, hay una cierta aproximación a la experimentación. A lo largo de los contenidos de los dos programas de química, se hace evidente la propuesta de hacer trabajo experimental y de analizar y discutir los resultados. Es destacable que al menos en algunas de estas actividades se sugiera que los estudiantes diseñen colectivamente un experimento, lo cual es mucho más enriquecedor que sólo proponer que sigan una “receta”, pues desde la propuesta del experimento, la ejecución y la obtención de resultados (acertados o no), el estudiante incorpora todos sus conocimientos y aprende de los aciertos o errores de su propia propuesta.

A lo largo de los programas de estudio de las asignaturas, se dice que “es indispensable dotar [a los alumnos] de habilidades, actitudes y valores que les permitan tener acceso a la información científica para aprender con autonomía” (UNAM-CCH, 2003a, p. 5). Con respecto al aprendizaje, “se parte de la concepción de que “es un proceso de construcción mediante el cual los alumnos

conocen, comprenden y actúan” (UNAM-CCH, 2003a, p. 5). Además, se considera que “las ciencias determinan la posición del individuo frente al mundo que les rodea” (UNAM-CCH, 2003b, p. 3) y que en el proceso educativo, el alumno “es quien construye su propio conocimiento” (UNAM-CCH, 2003b: 6).

Por otro lado, “las concepciones pedagógicas del bachillerato del Colegio se resumen en los principios: aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser” (UNAM-CCH, 2003c, p. 3). Además, se propone que “es importante la utilización de estrategias que promuevan el aprendizaje significativo” y que “las estrategias deberán organizarse tomando en consideración su edad, intereses, rasgos socioculturales y antecedentes académicos” (UNAM-CCH, 2003a, p. 6). Además, “siendo congruentes con el postulado de aprender a aprender, se propone la búsqueda de respuestas a interrogantes, con la investigación como metodología de aprendizaje” (UNAM-CCH, 2003b, p. 3), y “se proponen experiencias de aprendizaje donde los alumnos son los principales protagonistas de la construcción de conocimientos” (UNAM-CCH, 2003c, p. 4).

En el programa de Biología se dice que la investigación “será una estrategia encaminada a formar alumnos creativos y capaces de generar sus propias estrategias de razonamiento y aprendizaje” y que “el profesor deberá guiar a los alumnos para que diseñen, lleven a cabo y comuniquen los resultados de una investigación escolar documental, de campo o de preferencia experimental” (UNAM-CCH, 2003a, p. 6). Además, de acuerdo con el programa de Física: “para un mejor logro de los aprendizajes se recomienda el desarrollo de proyectos de investigación escolar”, y “los productos posibles de una investigación escolar podrán ser: reporte de una investigación documental, reporte de los resultados de un experimento o diseño y construcción de dispositivos tecnológicos o prototipos” (UNAM-CCH, 2003b, p. 7). Por su parte, en el programa de Química se propone impulsar procedimientos de trabajo que permitan “exponer información obtenida tanto de fuentes documentales y experimentales” así como “adquirir información mediante experiencias controladas, esto es mediante experimentos” (UNAM-CCH, 2003c, pp. 4-5).

Con respecto a la evaluación, a lo largo de los tres programas de estudio se dice que “la calificación final se deberá emitir con base en una evaluación continua que contemple tres modalidades: inicial o diagnóstica, formativa y sumativa” (UNAM-CCH, 2003a, p. 11) y que “para que la evaluación del aprendizaje tenga un significado que vaya más allá de la acreditación, ésta deberá [ser]: funcional, continua e integral y retroalimentadora” (UNAM-CCH, 2003b, p. 9).

Un aspecto que llama la atención de la aproximación analítica a las propuestas curriculares para enseñar ciencias en el nivel de EMS, es que lo referido al *cómo enseñar* es muy elemental para este campo de conocimiento. El análisis global del cómo enseñar las ciencias naturales en la EMS denota que, desde el currículo, se promueven experiencias de aprendizaje que suelen ser similares a las que se proponen para educación secundaria. Esto no necesariamente marca una continuidad entre niveles educativos con respecto al enfoque con que se sugiere enseñar ciencias; sino más bien una ruptura al interior de las propuestas dado el fuerte énfasis disciplinar que se identifica en ellas por los contenidos de enseñanza y propósitos formativos.

El análisis de la propuesta curricular del CONALEP tiene una fuerte prescripción. Esto queda evidenciado en la cantidad de elementos que articulan la propuesta y en la amplia y detallada descripción de cada uno de ellos. El elemento curricular que más se desarrolla en la propuesta del CONALEP es lo referido a las actividades de aprendizaje; aquí hay un esfuerzo loable por ofrecer a los docentes ejemplos claros, concretos y ampliamente detallados de lo que pedagógicamente

pueden desarrollar en las aulas. Esto no sólo rompe con la lógica constructivista que fundamenta la propuesta curricular de ciencias del CONALEP, sino que llega a caer en lo que pedagógicamente se conoce como “carta descriptiva”. De acuerdo con Panza (1987) esto deriva en un reduccionismo operacional de la propuesta y de la articulación que se puede generar entre el diseño curricular y las prácticas pedagógicas.

Las propuestas curriculares de la DGB, del CCH y de la ENP hacen respectivamente un fuerte hincapié didáctico en lo que se conoce como “la lógica de la disciplina”. Esto significa que dichas propuestas enfatizan la visión internalista propuesta por Roberts (2007), desde la cual se mira a la ciencia misma y sus productos (conceptos, leyes, teorías, modelos) y se busca que los estudiantes tengan experiencias formativas en las que puedan adentrarse a los procesos de la ciencia erudita (como la generación de evidencias, la medición, experimentación, diseño de pruebas, entre otros).

Finalmente, es importante señalar que el enfoque de competencias que se plantea para la EMS, no es congruente con las formas de enseñanza que se proponen en los documentos curriculares de los subsistemas de EMS. Esto denota una falta de congruencia entre los planteamientos generales de la RIEMS y lo que cada subsistema propone en sus respectivos planes y programas de estudio. El enfoque de las competencias, para el caso de la EMS, se desdibuja y concretiza asistemáticamente en los programas de estudio, especialmente si consideramos la complejidad de las competencias en EMS que demandan el desarrollo de genéricas como disciplinares.

# 3

## Una mirada comparativa de las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias

En este capítulo se presentan los hallazgos más significativos de la aproximación analítica a algunas de las propuestas curriculares para enseñar ciencias en Brasil, Corea del Sur, Chile, Estados Unidos de América y Holanda.

El capítulo está organizado en tres apartados, cada uno de los cuales describe, respectivamente, *para qué, qué y cómo enseñar y evaluar* las ciencias naturales de las propuestas curriculares aquí consideradas. Para cada apartado se presenta, en primer lugar, una descripción de lo propuesto en cada país o propuesta, según sea el caso, y posteriormente una comparación y reflexión sobre lo identificado, poniendo en el centro lo referente a la propuesta curricular mexicana descrita en el capítulo 2. Es importante señalar que, en algunos casos, la descripción de las propuestas se ve restringida debido al limitado acceso que se tuvo a los documentos curriculares.

### 3.1. ¿Para qué se enseña ciencias naturales en otros países?

Los cambios en la generación, distribución y adquisición del conocimiento —derivados del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación— de los nuevos planteamientos generados desde la epistemología de las ciencias, así como los provenientes del desarrollo de las ciencias de la educación y de la psicología, han motivado la reflexión sobre el papel de la educación científica como parte de la formación básica de todos. Una aproximación histórica del desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales (Bybee y DeBoer, 1994) muestra que ésta evoluciona en sus fines y, en consecuencia, en sus contenidos y métodos educativos, junto con el tipo de sociedad de la que hace parte.

La generalización de las ciencias para todos, impulsada por la alfabetización científica, ha derivado también en una redefinición de la finalidad de su enseñanza. Determinar el propósito de la enseñanza de las ciencias en los niveles de educación obligatoria tiene fuertes implicaciones para la selección de los contenidos y en las formas que curricularmente se proponen para su abordaje (Pozo y Gómez, 2009; Sanmartí, 2002). En este apartado se presentan las finalidades que se atribuyen a la enseñanza de las ciencias identificadas en cada una de las propuestas curriculares consideradas en el presente estudio.

De acuerdo con Coll (2010), el *para qué* es un asunto complejo de abordar, debido a que su definición en las propuestas curriculares depende de los diferentes niveles en que éstas se concretizan. De esto se deriva que, en las propuestas curriculares, se aluda al *para qué* desde distintas acepciones: intenciones, finalidades, propósitos, metas, objetivos, entre otras (Blanco, 1994). Para hacer más fluida la lectura, en este apartado las emplearemos como sinónimo y, según sea el caso de la propuesta curricular analizada, se aludirá a alguna de estas acepciones según el nivel de concreción curricular de donde proviene el discurso en torno al sentido de enseñar ciencias. En este apartado se hará alusión al currículo en general y a lo relacionado con la enseñanza de las ciencias naturales en particular de cada una de las propuestas curriculares que fueron consideradas en el estudio. Para conocer con mayor detalle el sistema educativo de cada uno de los países, el lector se puede remitir al Anexo 3 de este informe.

### 3.1.1. La propuesta curricular de Brasil

Brasil cuenta con las Directrices Curriculares Nacionales de la Educación Básica (DCNEB),<sup>7</sup> cuya función es señalar aquello que se establece como básico común para todo el país y lo que cada estado puede desarrollar a partir de sus condiciones particulares. A esta segunda parte se le llama "diversificada" y refiere a la posibilidad que tienen los estados para contextualizar sus propuestas curriculares. Cabe señalar que las decisiones no necesariamente son únicas para toda la entidad, ya que se pueden hacer adecuaciones incluso a nivel escuela.

En las DCNEB se establece que uno de los fundamentos de la propuesta curricular en Brasil es la formación escolar, considerada como el cimiento indispensable y necesario para el ejercicio pleno de la ciudadanía y el acceso a los derechos sociales, económicos, civiles y políticos. La educación es el medio para lograr el pleno desarrollo humano en condiciones de libertad y dignidad, respetando y valorizando las diferencias. En este sentido, las DCNEB permiten definir principios y objetivos curriculares generales para la enseñanza fundamental y media sobre la duración de la jornada escolar (por ejemplo, años de los niveles educativos, días lectivos y carga horaria mínima), una base curricular de carácter nacional y común y orientaciones de una parte diversificada (Ministério da Educação, 2013, p.33).

Particularmente, la *base nacional común* y la *parte diversificada* deben articularse desde la educación infantil hasta la enseñanza media para dar dirección a los proyectos político-pedagógicos<sup>8</sup> de cada estado y escuela.<sup>9</sup> Ambas poseen como referencia general el compromiso con saberes de dimensión planetaria para que sea posible de conseguir en la escuela, al cuidar y educar. Así lo expresa el Ministerio de Educación:

<sup>7</sup> En los siguientes enlaces se pueden consultar los diferentes planteamientos y propuestas en torno a la forma en cómo se organiza el currículo en este país, así como el sistema educativo brasileño: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>; <http://www.brasil.gov.br/educacao/2014/05/saiba-como-e-a-divisao-do-sistema-de-educacao-brasileiro>

<sup>8</sup> De acuerdo con Borges (2009) el proyecto político pedagógico (PPP) de las escuelas en Brasil hace referencia a la participación por parte de la comunidad educativa para fijar sus metas y planificar su propuesta de gestión escolar y de adecuación curricular.

<sup>9</sup> La organización territorial y administrativa de la República Federativa del Brasil se compone de 26 estados y un distrito federal. Para mayor información sobre su organización político administrativa se sugiere consultar: [http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/brasil\\_ficha%20pais.pdf](http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/brasil_ficha%20pais.pdf)

1. Ampliar la comprensión sobre las relaciones entre el individuo, el trabajo, la sociedad y la especie humana, sus límites y sus potencialidades, en otras palabras, su identidad terrenal.
2. Adoptar estrategias para que sea posible, a lo largo de la Educación Básica, desarrollar el alfabetismo emocional, social y ecológico; el conocimiento científico pertinente en los diferentes tiempos, espacios y sentidos; la comprensión del significado de las ciencias, de las letras, de las artes, del deporte y del placer.
3. Enseñar a comprender lo que es la ciencia, cuál es su historia y a quién se destina.
4. Vivir situaciones prácticas a partir de las cuales sea posible percibir que no hay una única visión del mundo, por lo tanto, un fenómeno, un problema, una experiencia pueden ser descritos y analizados según diferentes perspectivas y corrientes de pensamiento, que varían en el tiempo, en el espacio y en la intencionalidad.
5. Comprender los efectos de la “era de la información”, ya que están presentes, cada vez más, en la vida de los niños, los adolescentes y los adultos. Los diversos actores educativos habrán de reconocer que los recursos mediáticos deben permear todas las actividades de aprendizaje (Ministério da Educação, 2013, p. 33).<sup>10</sup>

A partir de este marco general, los objetivos de la educación en Brasil se establecen desde la educación inicial y conforme los estudiantes avanzan en su trayecto formativo, éstos se van ampliando e intensificando en las diferentes etapas de la educación básica.<sup>11</sup> A continuación, se presentan los objetivos específicos para cada nivel educativo.

### Educación infantil

Este tramo formativo tiene como objetivo el desarrollo integral del niño en sus aspectos físico, afectivo, psicológico, intelectual y social, complementando la acción de la familia y de la comunidad (Ministério da Educação, 2013, p. 36).

### Enseñanza fundamental

Los objetivos de la educación infantil se prolongan durante los años iniciales de la enseñanza fundamental, de tal modo que los aspectos físico, afectivo, psicológico, intelectual y social sean priorizados en su formación, complementando la acción de la familia y de la comunidad, y al mismo tiempo ampliando e intensificando gradualmente el proceso educativo con cualidad social mediante:

El desarrollo de la capacidad de aprender, teniendo como medios básicos el pleno dominio de la lectura, la escritura y el cálculo;  
El impulso de la alfabetización, a lo largo de los tres primeros años;

<sup>10</sup> El documento completo se puede consultar en: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&category\\_slug=abril-2014-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&category_slug=abril-2014-pdf&Itemid=30192)

<sup>11</sup> La educación básica se integra por la educación infantil (no obligatoria) que va de los 0 a 5 años, los niños de 0 a 3 años asisten a la educación inicial y los de 4 a 5 años a preescolar. La enseñanza fundamental tiene una duración obligatoria de 9 años y asisten los niños de 6 a 14 años. El último tramo formativo de la educación básica es la enseñanza media que tiene una duración mínima obligatoria de 3 años de los 15 a 17 años de edad.

La comprensión del ambiente natural y social, del sistema político, de la economía, de la tecnología, de las artes y de la cultura de los derechos humanos y de los valores en que se fundamenta la sociedad;  
El desarrollo de la capacidad de aprendizaje, teniendo en cuenta la adquisición de conocimientos y habilidades, y la formación de actitudes y valores;  
El fortalecimiento de los vínculos de familia, de lazos de solidaridad humana y de respeto recíproco en que se sustenta la vida social (Ministério da Educação, 2013, p. 38).

## Enseñanza media

Los principios y las finalidades que orientan este nivel educativo se prevén como una preparación para la conclusión del proceso formativo de la educación básica, los cuales son enunciados a continuación:

La consolidación y profundización de los conocimientos adquiridos en la Enseñanza Fundamental, posibilitando la continuación de los estudios;  
La preparación básica para el trabajo, tomando esto como principio educativo y para la ciudadanía del educando para continuar aprendiendo, de modo que sea capaz de enfrentar nuevas condiciones de ocupación o perfeccionamiento posterior;  
El mejoramiento del estudiante como un ser de derechos, una persona, incluyendo la formación ética y el desarrollo de la autonomía intelectual y del pensamiento crítico;  
La comprensión de los fundamentos científicos y tecnológicos presentes en la sociedad contemporánea, relacionando la teoría con la práctica (Ministério da Educação, 2013, p. 38).

En Brasil, la enseñanza media debe tener una base unitaria sobre la cual se puedan asentar posibilidades diversas como la preparación general para el trabajo o, facultativamente, para profesiones técnicas; en la ciencia y en la tecnología, como iniciación científica y tecnológica; en la cultura, como ampliación de la formación cultural (art. 26 de la Resolución CNE/CEB 4/2010).<sup>12</sup>

De acuerdo con el artículo 14 de las DCNEB, la formación básica común está integrada por la lengua portuguesa, las matemáticas y el “conocimiento del mundo físico, natural y de la realidad social, especialmente de Brasil”, de esto se desprende que existe una visión que articula, al menos a nivel de propósitos del currículo, la formación científica con el conocimiento social que se podría corresponder con los planteamientos de las visiones propuestos por Roberts (2007).

En Brasil, se destacan sus esfuerzos en ampliar la “iniciación científica” a los niveles que abarca la “enseñanza fundamental”. En ese sentido, se identifican los propósitos de la iniciación científica a partir de los procesos sociocognitivos que desarrollan los estudiantes, y que tienen que ver con formas más elaboradas de pensamiento y capacidades de trabajo individual y en equipo. En esta iniciativa las escuelas tienen, desde el planteamiento brasileño, un trabajo fundamental (Ministério da Educação/Universidade do Rio Grande do Sul, 2014).

<sup>12</sup> El siguiente documento es interesante para clarificar los propósitos de la educación y la conformación de la educación básica: [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004\\_10.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004_10.pdf)

Para el caso de la educación infantil y fundamental, es importante señalar el valor de los propósitos que aluden a la formación científica, ya que en ellos se puede identificar el reconocimiento de que el currículo de ciencias puede estar íntimamente relacionado con la intención de lograr una formación integral. Además, es de destacar para estos niveles educativos, cómo se reconoce que la formación recibida en la escuela se complementa con la de la familia y la comunidad; lo cual sin duda apela a una mayor flexibilidad, pertinencia, adaptabilidad y aceptabilidad de la propuesta para enseñar ciencias. Para el caso de la educación media, es de destacar el reconocimiento de que los estudiantes deben lograr la comprensión del ambiente natural y social, lo cual se vincula claramente no sólo con los propósitos que buscan una formación integral, sino también con aquellos que promulgan un aprendizaje que tenga mayor aplicación en las situaciones de la vida cotidiana.

Para el caso de Brasil, en la propuesta curricular analizada es posible identificar la búsqueda y promoción de la comprensión y valoración del conocimiento científico y las nuevas tecnologías para que las personas sepan posicionarse frente a los procesos e innovaciones que les afectan; lo cual apela a un sentido de alfabetización integral y con énfasis en el ejercicio pleno de la ciudadanía. Lo anterior puede estar relacionado con el desarrollo científico y tecnológico que potencialmente ha tenido Brasil en los últimos años, lo que sin duda muestra el valor de la formación científica.

### 3.1.2. La propuesta curricular de Chile

La propuesta curricular consultada en el caso de Chile<sup>13</sup> está basada en lo que se denomina *Bases Curriculares*,<sup>14</sup> las cuales son consideradas como:

el referente base para los establecimientos que deseen elaborar programas propios. En este sentido, son lo suficientemente flexibles para adaptarse a las múltiples realidades educativas que se derivan de los distintos contextos sociales, económicos, territoriales y religiosos de nuestro país (Ministerio de Educación, 2013a, p. 8).

Se especifica que estos programas son sólo una orientación al profesor (esto implica que no es obligación que todo lo que allí se propone se ponga en práctica):

Los Programas de Estudio proponen al docente una organización de los Objetivos de Aprendizaje con relación al tiempo disponible dentro del año escolar, y constituyen así una orientación acerca de cómo secuenciar los objetivos, cómo combinarlos entre ellos, y cuánto tiempo destinar a cada uno (Ministerio de Educación, 2013a, p. 8).

<sup>13</sup> Para conocer mayor información sobre la organización político administrativa de la República de Chile se sugiere consultar: [http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/chile\\_ficha%20pais.pdf](http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/chile_ficha%20pais.pdf)

<sup>14</sup> El documento completo se puede consultar en: <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-propertyname-550.html>

Por lo tanto, los *Objetivos Curriculares Transversales* y los *Objetivos de Aprendizaje de Ciencias Naturales*, son de carácter general y puede haber objetivos particulares establecidos por cada centro educativo. A continuación, se presentan algunos aspectos generales para cada nivel educativo:

### Nivel preescolar<sup>15</sup>

Este tramo formativo no es obligatorio; sin embargo, es deber del Estado promoverlo y garantizar el acceso gratuito y el financiamiento fiscal para el primer y segundo nivel de transición (4-6 años), de igual manera es facultad del Estado diseñar, desarrollar y adoptar las medidas para la aplicación del marco curricular y los planes y programas de estudio para este nivel.

### Nivel básico<sup>16</sup>

De acuerdo con la Ley General de Educación, la Enseñanza General Básica (EGB) tiene como objetivo dotar a los estudiantes de aprendizajes que les permitan adquirir paulatinamente la necesaria autonomía para participar en la vida social. Estos aprendizajes pertenecen tanto al dominio cognitivo, como al dominio de los valores, las actitudes y los hábitos (Unidad de Currículum y Evaluación, 2011). Es importante señalar que dentro de los programas de la EGB se habla de *Objetivos Curriculares Transversales* que:

Involucran, en el ciclo de la Educación Básica, las distintas dimensiones del desarrollo —físico, afectivo, cognitivo, socio-cultural, moral y espiritual—, además de las actitudes frente al trabajo y al dominio de las tecnologías de la información y la comunicación (Ministerio de Educación, 2013a, p. 12).

Aquí se plantean varias orientaciones, las cuales pueden entenderse como parte de los propósitos del nivel, inician en la educación básica y deben seguirse a lo largo de toda la educación:

1. Importancia del lenguaje: enfatiza el desarrollo de habilidades relacionadas con la lectura, la escritura y la comunicación oral.
2. Importancia de las tecnologías de la información y comunicación (TIC): los programas de estudio integran el uso de las TIC en todas las asignaturas con los propósitos de: a) trabajar con información, b) crear y compartir información, c) usar las TIC como herramienta de aprendizaje, y d) usar las TIC responsablemente.
3. Atención a la diversidad: el docente debe tomar en cuenta la diversidad entre los estudiantes en términos culturales, sociales, étnicos, religiosos, y respecto de las diferencias entre hombres y mujeres, estilos y ritmos de aprendizaje, y niveles de conocimiento.

Para las Ciencias Naturales en particular, se parte del reconocimiento de que es importante iniciar en forma temprana la educación científica en el trayecto formativo de todos los estudiantes,

<sup>15</sup> El nivel preescolar integra tres etapas de la educación parvularia o preescolar, la sala de cuna (6 meses a 2 años), medio (2 a 4 años) y de transición (4 a 6 años).

<sup>16</sup> El nivel básico desarrolla dos ciclos de Enseñanza General Básica (EGB); el ciclo 1 integra 4 años escolares y asisten los niños de 6 a 9 años de edad; el ciclo 2 se enfoca en los 4 años siguientes, por lo tanto asisten los niños de 10 a 13 años. Este trayecto comprende de 4° a 8° grado.

tanto por su valor formativo como por su capacidad para potenciar la disposición de los niños a hacerse preguntas y buscar explicaciones sobre la naturaleza y el entorno y lo que la ciencia es esencialmente, como una forma para descubrir, aprender y adquirir competencias que preparen a los niños para desenvolverse en la sociedad actual.

Los *Objetivos de Aprendizaje de Ciencias Naturales* promueven la comprensión de las grandes ideas de la ciencia y la adquisición progresiva de habilidades de pensamiento científico y métodos propios del quehacer de estas disciplinas. Estos elementos contribuyen a desarrollar el pensamiento crítico, la capacidad reflexiva y la valoración del error como fuente de conocimiento y fomentar actitudes científicas como el rigor, la perseverancia, la honestidad, la búsqueda de la objetividad, la responsabilidad, la amplitud de mente, el trabajo en equipo, el respeto y, en definitiva, el permanente interés por los hechos del entorno natural.

En la educación básica, estas ideas y habilidades están enfocadas a la alfabetización en ciencias de todos los estudiantes, lo que significa el desarrollo de la capacidad de los estudiantes para aplicar en su vida los conocimientos y las habilidades aprendidas, hacerse preguntas sobre distintos fenómenos y obtener conclusiones basadas en la evidencia. Lo anterior les permitirá comprender el mundo natural, tomar decisiones informadas dentro de él y llevar dichas decisiones a diversas actividades humanas que afecten a su familia y comunidad.

### Educación media o secundaria<sup>17</sup>

Existe un marco curricular en el que se establecen objetivos fundamentales (OF) y contenidos mínimos obligatorios (CMO) para este nivel educativo (de 14 a 17 años de edad). La ley señala que cada establecimiento educativo tiene la libertad de diseñar sus propios programas de estudio,<sup>18</sup> pero estos deberán ser autorizados por el Ministerio de Educación.<sup>19</sup> De cualquier manera, para aquellos planteles que no tienen programas propios, la autoridad educativa ha diseñado una propuesta a la cual pueden apegarse (Ministerio de Educación, 2011a, p. 6). Según se señala, estos programas continúan con las orientaciones planeadas en la EBG: 1) uso del lenguaje (lectura, escritura y comunicación oral), 2) uso de TIC, y 3) atención a la diversidad.

Específicamente para el campo de las ciencias naturales, los programas señalan como la finalidad de su inclusión:

Se busca que los estudiantes se involucren de manera crítica en asuntos científicos y tecnológicos de interés público para tomar decisiones informadas. Una formación moderna en Ciencias permite entender los conceptos fundamentales de las disciplinas científicas y apropiarse de los procesos, las habilidades y las actitudes características del quehacer científico. El estudiante comprenderá el mundo natural y el tecnológico y adquirirá ciertos modos de pensar y hacer para resolver problemas

<sup>17</sup> La educación media es obligatoria y oferta dos modalidades: humanística-científica y técnico-profesional, la edad en que se cursa es de los 14 a los 17 años.

<sup>18</sup> Para los establecimientos que elaboren sus programas de estudio, se establece que previo a su implementación tendrá que ser aprobados por el Ministerio de Educación.

<sup>19</sup> "La ley dispone que cada establecimiento puede elaborar sus propios programas de estudio, previa aprobación de los mismos por parte del Ministerio de Educación" (Chile, 7° Básico, p. 6).

y elaborar respuestas sobre la base de evidencias, consideraciones cuantitativas y argumentos lógicos. Ésta es una competencia clave para desenvolverse en la sociedad moderna y para enfrentar informada y responsablemente los asuntos relativos a la salud, el medioambiente y otros de implicancias éticas y sociales (Ministerio de Educación, 2011a, p. 25).

A partir de las declaraciones anteriores, es posible señalar que la propuesta curricular para enseñar ciencias en Chile, tanto para la educación primaria como para la educación elemental o secundaria, tiene incorporado el discurso de la alfabetización científica. Esto es evidente cuando el currículo chileno reconoce la importancia de iniciar a temprana edad la formación científica y, además de reconocer a ésta como una herramienta para potenciar el desarrollo de las capacidades. En el caso de la educación primaria, es interesante cómo se declara como propósito de la enseñanza de las ciencias que los estudiantes que transitan por este nivel educativo tengan una oportunidad para aproximarse a las ideas científicas, pero también que logren adquirir y desarrollar, potencialmente, habilidades y actitudes de naturaleza científica. En conjunto, este tipo de conocimientos son fundamentales para el logro de una alfabetización científica básica que permita actuar en consecuencia.

Para el caso de la educación media, lo que es interesante de observar en las intenciones educativas, es la relación que guardan con las de educación primaria. Por otro lado, es de llamar la atención el reconocimiento de que, además de lo logrado en los niveles previos, los estudiantes de éste nivel en particular tengan la oportunidad de involucrarse en asuntos de carácter sociocientífico. Esto es clave para lograr una alfabetización científica que permita el ejercicio de la ciudadanía para empoderar a los sujetos hacia una participación razonada de los asuntos sociales en los que la ciencia tiene implicaciones.

Así pues, puede decirse que, en el caso de Chile, se pretende una formación en ciencias que integre la comprensión de los conceptos fundamentales de las disciplinas, la apropiación de procesos y el desarrollo de habilidades y actitudes características del quehacer científico que esté basado en datos empíricos y destacándose su carácter provisional, para comprender e interactuar con el mundo natural y tecnológico. En la educación media, se busca que los estudiantes se involucren de manera crítica en asuntos científicos y tecnológicos de interés público para tomar decisiones informadas. El estudiante deberá comprender el mundo natural y tecnológico, y adquirir ciertos modos de pensar para resolver problemas y elaborar respuestas argumentadas basadas en la evidencia.

### 3.1.3. La propuesta curricular de Corea del Sur

La propuesta curricular consultada en el caso de Corea del Sur<sup>20</sup> tiene como propósitos promover en la ciudadanía el desarrollo del carácter y de las habilidades necesarias para ser un ciudadano independiente bajo el ideal humano, tomando responsabilidades para el bienestar del país y para toda la humanidad. Se busca que una persona educada bajo el currículo escolar:

<sup>20</sup> Para conocer más sobre la organización político administrativa de la República de Corea, se sugiere consultar el siguiente enlace: [http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/Coreadelsur\\_FICHA%20PAIS.pdf](http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/Coreadelsur_FICHA%20PAIS.pdf)

Desarrolle su propia individualidad sobre la base de una personalidad equilibrada  
Sea capaz de cultivar su creatividad así como aplicar sus conocimientos y habilidades.  
Explore una trayectoria profesional con conocimiento y comprensión liberal.  
Genere nuevos valores basados en el patrimonio cultural coreano.  
Se comprometa a mejorar la comunidad como ciudadano (Ministry of Education,  
Science and Technology, 2008, p. 4).

Cabe hacer mención que en este caso se establecen los siguientes objetivos particulares al nivel educativo, los cuales fueron retomados del Ministry of Education, Science and Technology (2008).

### Educación elemental<sup>21</sup>

Se espera que los estudiantes logren habilidades académicas y para la vida, para ello deberán:

1. Desarrollar una identidad física y mental saludable.
2. Desarrollar habilidades básicas para la vida y ser capaz de expresar sus sentimientos y pensamientos a través de diversas herramientas de comunicación.
3. Explorar sus intereses y potenciales.
4. Heredar y apreciar las tradiciones y patrimonio cultural coreano.
5. Formar hábitos de vida saludables y amar a sus vecinos y al país.

### Educación media<sup>22</sup>

Los estudiantes en este nivel educativo continúan desarrollando habilidades académicas y para la vida, y se espera que alcancen cualidades y capacidades como ciudadanos en una sociedad democrática. Para ello, deberán:

1. Desarrollar una actitud de cuidado de su cuerpo y mente, promoviendo que cada individuo busque activamente su desarrollo, a través de diversas experiencias y conocimientos.
2. Cultivar el pensamiento creativo a partir del desarrollo de capacidades básicas y las habilidades para resolver problemas, necesarias para el aprendizaje y la vida diaria.
3. Ampliar la comprensión de diversas culturas y valores, con base en experiencias del entorno.
4. Cultivar diferentes habilidades de comunicación y desarrollar la actitud de un ciudadano democrático

Específicamente, el currículo de ciencias para los grados 3 a 10, tiene como propósito ayudar a los estudiantes en la comprensión de los conceptos básicos de la ciencia a través de la indagación, con interés y curiosidad en los objetos y fenómenos naturales, y desarrollar las habilidades de pensamiento científico y las habilidades en la resolución de problemas de manera creativa. En consecuencia, los estudiantes deben ser capaces de desarrollar la alfabetización en ciencias necesaria

<sup>21</sup> Es a partir de la educación elemental, cuando ésta se vuelve obligatoria, tiene una duración de 6 años y asisten los niños de 6 a 12 años de edad. Sin embargo, también tienen una oferta de educación infantil que no es obligatoria la cual va de los 4 a los 6 años.

<sup>22</sup> La educación media se integra por 3 años obligatorios, y da continuidad a la educación elemental por lo que asisten los niños de 13 a 15 años.

para resolver con creatividad y científicamente los problemas de la vida cotidiana. Los objetivos específicos del currículo en ciencias son educar a los estudiantes para que sean capaces de

Entender los conceptos básicos de la ciencia y aplicarlos a la resolución de problemas en la vida diaria.

Desarrollar la habilidad para determinar la naturaleza de la ciencia y usarla para resolver problemas en la vida diaria.

Propiciar la curiosidad y el interés en los fenómenos naturales, la enseñanza de la ciencia y el desarrollo de actitudes para resolver científicamente problemas de la vida diaria.

Reconocer las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (Ministry of Education and Human Resources Development, 2007, p. 6).

En la propuesta curricular de Corea del Sur, se plantea que los estudiantes deben ser capaces de comprender conceptos científicos básicos, aspectos de la naturaleza de la ciencia, incrementar su capacidad e interés por los fenómenos naturales y reconocer las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. En la Educación Media esta intención se complementa con la exploración de trayectorias profesionales con el bagaje de conocimientos y experiencias en varios campos, vinculando así, la educación con la preparación para el trabajo.

De la propuesta curricular para enseñar ciencias en Corea del Sur es importante resaltar el énfasis que pone a la formación de los ciudadanos. Es interesante cómo las intenciones educativas para los distintos niveles educativos ponen en el centro al sujeto y su contexto más próximo. En este sentido, desde las intenciones educativas, se conjuga una formación centrada en potenciar la creatividad, el conocimiento y las habilidades científicas para la generación de valores que contribuyan a un proyecto de nación.

Las intenciones formativas, tanto de la educación elemental como la media, tienden a promover que los sujetos, en pleno ejercicio de su ciudadanía, tengan un reconocimiento de su ser; de ahí el fuerte énfasis por potenciar desde las ciencias la búsqueda de una integridad del cuerpo, potenciar la creatividad y valorar el entorno más próximo. Si bien parece haber una continuidad de las intenciones entre la educación elemental y la media para la enseñanza de las ciencias, es de destacar cómo en ésta última se reconoce la relación de la ciencia con la tecnología y la sociedad y, además la inclusión de las ciencias de la Tierra como parte del estudio de las ciencias naturales.

### **3.1.4. La propuesta curricular del Proyecto 2061 en Estados Unidos de América**

En el caso de Estados Unidos de América<sup>23</sup> cada estado de la unión americana tiene la atribución de definir su currículo. Debido a esto existe una alta descentralización de los servicios educativos y de las formas y características particulares que estos adquieren, no sólo a nivel de administración y organización, sino también a nivel de contenidos y formas de enseñanza. En EUA, el ciclo de educación obligatoria incluye un total de 12 años, llamado "k12", el cual se subdivide en 6 años

<sup>23</sup> Para conocer más sobre la organización político administrativa de Estados Unidos de América se sugiere consultar: [http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/estadosunidos\\_ficha%20pais.pdf](http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/estadosunidos_ficha%20pais.pdf)

iniciales de educación primaria, a partir de los 6 años de edad, y dos ciclos continuos de 3 años cada uno llamados Junior High School y Senior High School<sup>24</sup> (ver anexo 3).

Con base en estas particularidades de este sistema educativo, para el caso de este estudio, se retoma la propuesta curricular del proyecto 2061: Ciencia para Todos los Estadunidenses,<sup>25</sup> propuesta que fue diseñada por la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS, por sus siglas en inglés), pues se considera que es el más ambicioso y ha sido retomado por varios países<sup>26</sup> para incorporarlo como parte de sus propuestas curriculares o como fundamento de éstas. Al respecto de esta propuesta, se dice:

El “todos” en el proyecto tiene por objeto subrayar la inclusión con tanta fuerza como sea posible. No hay personas o grupos que deban ser excluidos de la oportunidad de alfabetizarse en ciencia, ni cualquiera que se presuma incapaz de hacerlo. Se asume que las ciencias, las matemáticas y la comprensión de las habilidades tecnológicas, detalladas en los Benchmarks, están al alcance de todos, incluyendo los individuos más severamente discapacitados, tanto mental como emocionalmente. Para alcanzar ese objetivo, sin embargo, es necesario rediseñar el plan de estudios básico, cambiar las prácticas de enseñanza, y reformar muchas otras partes del sistema escolar.

Aun así, en el mundo real e imperfecto, “todo” no puede posiblemente ser absoluto. Cuando se pulsa una definición operacional, hemos coincidido con al menos el 90% de todos los adultos futuros habrá adquirido al menos el 90% de los conocimientos y habilidades que se recomiendan en nuestro documento original. Sin embargo, la razón principal para la adopción de una optimista meta —todo— es asegurar que ningún estudiante sea preventivamente privado de la oportunidad de recibir una educación básica en ciencias, matemáticas y tecnología.

Una persona que sabe leer y escribir es una persona educada, una que tiene ciertos conocimientos o competencias. Pero, por supuesto, las reglas van cambiando con respecto a la precisión sobre qué conocimientos y competencias definen la alfabetización. La capacidad de escribir el propio nombre y leer un pasaje en prosa sencilla desde hace mucho tiempo ha sido sustituida por requisitos más exigentes. En el mundo actual, la alfabetización de adultos ha llegado a incluir el conocimiento y las competencias asociadas con las ciencias, las matemáticas y la tecnología. En el Proyecto 2061 se identifican los conocimientos y hábitos de la mente que las personas necesitan para que puedan vivir vidas interesantes, responsables y productivas en una cultura en la que las ciencias, las matemáticas y la tecnología son fundamentales, es decir, para describir lo que constituye la esencia de la cultura científica (Benchmarks, p. 317).

<sup>24</sup> Para conocer más sobre el sistema educativo norteamericano se sugiere consultar el siguiente enlace: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/05-tramites/02-revalidacion/Estruc\\_sist\\_edu/Estud-ESTADOS\\_UNIDOS.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/05-tramites/02-revalidacion/Estruc_sist_edu/Estud-ESTADOS_UNIDOS.pdf)

<sup>25</sup> Para conocer de manera detallada esta propuesta se sugiere consultar el siguiente enlace: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/>

<sup>26</sup> Para el caso de México, en 1998 la Secretaría de Educación Pública incluyó en la Biblioteca para la Actualización del Maestro el título *Ciencia para todos*.

Continuando con la descripción que se hace del proyecto se encuentra que el concepto sobre alfabetización científica lo relacionan con:

Las personas que están científicamente alfabetizadas no son necesariamente capaces de practicarlas en un sentido profesional, no más que una persona alfabetizada musicalmente pueda ser capaz de componer música o tocar un instrumento. Tales personas son capaces, sin embargo, de utilizar los hábitos de pensamiento y el conocimiento de las ciencias, las matemáticas y la tecnología que han adquirido para pensar y dar sentido a muchas de las ideas, reclamos y acontecimientos que enfrentan en la vida cotidiana. En consecuencia, la alfabetización científica mejora la capacidad de una persona para observar eventos perceptivamente, reflexionar sobre ellos, pensar y comprender las explicaciones que se ofrecen de ellos. Además, esas percepciones internas y reflexiones pueden proporcionar a la persona con una base para tomar decisiones y actuar (Benchmarks, p. 322).

Finalmente, sobre el propósito fundamental del proyecto se menciona lo siguiente:

El proyecto 2061 se basa en la creencia de que la calidad de vida en el año 2061 dependerá sobre todo de la educación recibida por esta y la siguiente generación de niños. Los jóvenes tienen que salir de la escuela con una sólida formación en ciencias, matemáticas y tecnología, una que les permita participar intelectual y emocionalmente en la ciencia, la gran aventura de nuestro tiempo, y para convertirse en miembros responsables y productivos de la sociedad. La educación debe prepararlos para un futuro incierto y debe incluir la comprensión y hábitos mentales que pueden servir como herramientas para pensar durante toda la vida. Es por eso que nuestro nombre completo es "Proyecto 2061: Enseñanza de las Ciencias para un futuro cambiante" (Benchmarks, p. 325).

De este modo con la propuesta 2061 se pretende que las personas sean capaces de utilizar los hábitos de pensamiento y el conocimiento de las ciencias, las matemáticas y la tecnología para pensar y dar sentido a muchas de las ideas, reclamos y acontecimientos que enfrentan en la vida cotidiana y, en consecuencia, tomar decisiones y actuar, lo cual denota una visión integradora del conocimiento y, por ende, de la formación científica. Se destaca en esta propuesta la intención de integrar a la alfabetización científica un componente de conocimiento y uso de las matemáticas y tecnología, lo cual revela una intención de unir estos tres campos de conocimiento. En términos de las ciencias naturales, se promueve una visión interdisciplinaria que busca articular, desde la enseñanza, los conocimientos provenientes de las distintas disciplinas científicas y no necesariamente centrar la formación en una de ellas.

Dicha propuesta plantea una serie de estándares para que todos los ciudadanos de dicho país logren una efectiva y certera formación científica. Los estándares se centran en lo que los diferentes actores y procesos que intervienen en el sistema de enseñanza de la ciencia deben poseer independientemente del nivel educativo en el que se encuentre. De esto se desprende por ejemplo que docentes deben cumplir con los siguientes estándares:

- Planificar programas de enseñanza basados en la indagación.
- Llevar a cabo acciones que faciliten el aprendizaje de los estudiantes

- Incorporar la evaluación tanto de los estudiantes como de los docentes
- Crear ambientes que permitan el aprendizaje de las ciencias
- Crear comunidades basadas en el aprendizaje de las ciencias
- Participar en la planificación y desarrollo del programa escolar de ciencias

Es importante señalar que además de estos estándares también se contempla una propuesta de criterios a partir los cuales se agrupan los diferentes contenidos vistos en la educación básica y media del sistema estadounidense, la utilidad de esto es que permite identificar cuáles son los mínimos que debe incluir la enseñanza de las ciencias. Las categorías son:

- Unificación de la enseñanza de los conceptos y procesos relacionados con la ciencia.
- Abordar a la ciencia como un proceso de indagación
- Enseñanza de las ciencias físicas
- Enseñanza de las ciencias de la vida
- Enseñanza de las ciencias de la Tierra y el espacio
- Enseñanza de las ciencias y su traducción en el desarrollo de la tecnología
- Enseñanza de las ciencias desde su perspectiva social y personal
- Enseñanza de la historia y naturaleza de la ciencia

Del Proyecto 2061 se destaca cómo, a diferencia de México, la propuesta de estándares supone un rompimiento con las estructuras curriculares paradigmáticas, y se amplía a favor de la inclusión de otros ejes de las ciencias como son matemáticas, las ciencias de la Tierra y del espacio, o el conocimiento de la historia y naturaleza de las ciencias (National Science Academy, 1996).

### 3.1.5. La propuesta curricular de Holanda

El Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular (SLO, por sus siglas en neerlandés) es la institución encargada de diseñar y validar los marcos del currículo nacional que deben tomarse en cuenta para la educación primaria, especial, secundaria y vocacional en Holanda. El SLO es una organización independiente del gobierno y sin ánimo de lucro que brinda asistencia en materia de diseño curricular al interior del país como a nivel internacional.<sup>27</sup>

En Holanda, como en el caso de Estados Unidos de América, las escuelas son libres de elegir sus propios métodos y contenidos educativos, por lo que este instituto tiene como misión el lograr una adecuada interrelación entre los diferentes niveles del desarrollo curricular (nacional, escolar, aula) para fortalecer la congruencia (tanto longitudinal como horizontal) de los planes de estudio. De este modo, aunque cada escuela de los distintos niveles educativos pueda tener objetivos particulares para su enseñanza de acuerdo con su tendencia filosófica o pedagógica, debe asegurarse el cumplimiento de ciertos propósitos.<sup>28</sup> A continuación, se presenta una descripción de estos objetivos por nivel educativo. Al respecto, es importante reconocer que, debido a la definición de muchos de los contenidos de los currículos, a las limitaciones de este estudio, sólo se aludirá a aquellos documentos formales a los que se tuvo acceso. En este sentido, vale advertir que no en

<sup>27</sup> Para conocer más sobre el SLO se sugiere consultar: <http://international.slo.nl/>

<sup>28</sup> Para mayor conocimiento del sistema educativo holandés se sugiere consultar: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/05-tramites/02-revalidacion/Estruc\\_sist\\_edu/Estud-HOLANDA.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/05-tramites/02-revalidacion/Estruc_sist_edu/Estud-HOLANDA.pdf)

todos los casos hay una explicitación directa en el nivel sobre el propósito específico de la incorporación en el currículo de las ciencias.

### Preescolar<sup>29</sup>

Los *playgroups*<sup>30</sup> y las guarderías ofrecen a los niños pequeños la oportunidad y el espacio para jugar y desarrollarse en la compañía de los niños de su misma edad. El objetivo es estimular el desarrollo social, cognitivo y emocional de los niños. En la guardería no hay un currículo específico que cumplir. En el caso de los grupos de juego que ofrecen los programas preescolares, estos tienen un enfoque más educativo e incluyen actividades que tienen por objetivo preparar a los niños para la escuela. Los programas de estimulación usados incluyen actividades educativas orientadas en las cuales los niños juegan con conceptos relacionados con la alfabetización y la aritmética. Si bien para este nivel educativo las escuelas pueden operar diversos programas curriculares, para el caso de la enseñanza de las ciencias se rescatan el programa “Kaleidoscopio” y el “Pirámide”. Estos programas tienen una marcada tendencia a promover que los niños que asisten a preescolar tengan la valiosa oportunidad de introducirse al mundo de la ciencia, sin atarla a un campo de conocimiento específico. En estos programas se reconoce el juego y el desarrollo infantil son una fuerte fundamentación, y es en este sentido en el que se propone que se aborde la enseñanza de las ciencias.

### Educación primaria<sup>31</sup>

En el Acta de Educación Primaria (WPO, por sus siglas en neerlandés) está establecido el propósito general de este nivel educación primaria que es: “promover el desarrollo de las emociones, intelecto y creatividad de los niños así como la adquisición de conocimientos fundamentales junto con las habilidades sociales, culturales y físicas en un proceso de desarrollo ininterrumpido” (Leeuwen van, Thijs y Zandbergen, 2009). También se establece que la enseñanza debe reflejar el hecho de que los estudiantes crecen dentro de una sociedad multicultural en la que deben integrarse como ciudadanos en la sociedad. Para el caso de la educación primaria se destacan los siguientes propósitos relacionados con la enseñanza de las ciencias:

Los estudiantes aprenden a distinguir y nombrar plantas y animales comunes en su propio entorno y la manera en la que funcionan.

Los estudiantes aprenden sobre la estructura de plantas, animales y humanos y sobre la forma y función de sus partes.

Los estudiantes aprenden a investigar materiales y fenómenos físicos, incluidos la luz, el sonido, la electricidad, la energía, el magnetismo y la temperatura.

<sup>29</sup> Este nivel educativo no es obligatorio y asisten los niños entre los 2 y 5 años de edad.

<sup>30</sup> Los *playgroups* es una propuesta ampliamente extendida por países anglosajones y europeos que tiene como propósito ofrecer una alternativa de educación y cuidado no escolarizado para niños a partir de 0 y hasta 2 años, aunque en algunos casos se extiende hasta los 5 años, y se diferencia de las guarderías ya que quienes participan en su funcionamiento son los propios padres y comunidad. Para mayor conocimiento se sugiere consultar: <http://www.early-years.org/parents/choosing-playgroup.php>, y <http://playgroupaustralia.org.au/>

<sup>31</sup> La educación primaria comprende dos modalidades, la primaria general y la primaria especial. Tiene una duración de 8 años que comprende las edades entre los 4 y los 11 años.

Los estudiantes aprenden a describir el tiempo y los climas en términos de temperatura, precipitación y viento.

Respecto a los productos de su propio entorno, los estudiantes aprenden a encontrar conexiones entre la forma, el uso de los materiales y la manera en la que funcionan las cosas.

Los estudiantes aprenden a diseñar, elaborar y evaluar soluciones a problemas técnicos.

Los estudiantes aprenden que la posición de la tierra en relación al sol causa las diferencias entre las estaciones y el día y la noche.

De los propósitos anteriores, es interesante cómo se conjugan intenciones relacionadas con el conocimiento de ciertos dominios científicos, pero particulares a situaciones fenoménicas claves de las disciplinas científicas, así como también el desarrollo y la adquisición de habilidades y destrezas asociadas a las ciencias.

## Secundaria<sup>32</sup>

La educación secundaria tiene un carácter propedéutico para continuar con estudios superiores o bien para integrarse a su egreso al mercado laboral. Se identifican cuatro modalidades o subsistemas, el más común debido a que es el que elige la mayoría de los estudiantes es el MAVO o Secundaria General, la cual tiene una duración de 4 años y un carácter de preparación para años superiores de educación. Adicionalmente existe el HAVO o educación secundaria superior, el cual presenta una propuesta curricular que se cursa en 5 años y permite el ingreso a las escuelas profesionales o HBO; las otras dos opciones son, en primer lugar, el VWO o Preuniversitario, que dura 6 años, ya que integra tanto la educación secundaria como la educación media, por lo que tiene un carácter fundamentalmente propedéutico para la universidad. Y finalmente, se tiene una opción de 4 años, conocida como VBO, la cual tiene una orientación vocacional y de preparación para el trabajo, aunque eso no significa que los egresados no puedan continuar con su formación profesional. Es importante mencionar que para todos los casos la educación secundaria presenta un marco curricular básico, el cual, como ya se mencionó, es definido por el SLO.

Respecto a las ciencias, es importante señalar que en Holanda existe el llamado “Pacto Tecnológico 2020”. Este acuerdo consiste en aumentar considerablemente el número de egresados con algún perfil relacionado con la ciencia y la tecnología (trabajadores de la construcción, electricistas, trabajadores del metal, ingenieros, analistas de sistemas, entre otras) que trabajen en las diversas áreas necesarias para las industrias holandesas (como horticultura, química, ciencias de la vida y la salud, energía entre otras). De acuerdo con algunas estadísticas del Centro de Investigación para la Educación y el Mercado de Trabajo (ROA, por sus siglas en neerlandés), se requiere producir 30 mil graduados en tecnología adicionales por año para cumplir con la creciente demanda de técnicos calificados. Para satisfacer estas necesidades es que se establece dicho pacto entre los diferentes sectores (proveedores de educación, empleadores, trabajadores, y gobiernos regional y central). El Pacto comprende 22 proyectos para escuelas primarias y secundarias y tiene como principales líneas de acción:

<sup>32</sup> Si hacemos la comparación con México, diríamos que la secundaria está ligada a la educación media superior, ya que las tres opciones educativas de Holanda (VWO, HAVO, VMBO) se cursan entre los 12 y 17-18 años.

1. Ir hacia la tecnología, es decir, que más estudiantes elijan estudiar en el campo de la tecnología.
2. Aprender en la tecnología: que un mayor número de estudiantes con una cualificación técnica accedan a un trabajo en tecnología.
3. Trabajar en tecnología: mantener a los trabajadores de tecnología en este sector y encontrar alternativas laborales en tecnología para personas con un soporte tecnológico, pero cuyos empleos están en riesgo o han sido marginados (Ministry of Education, Culture and Science, 2013).

Para los propósitos de este trabajo, la primera línea de acción del pacto adquiere relevancia pues se relaciona con la cuestión educativa en los primeros niveles de enseñanza. En este rubro, el pacto establece que uno de los principales problemas son las preconcepciones que se tienen de la tecnología (aburrida, difícil, compleja, etcétera) y, para cambiarlas, uno de los objetivos es generar entusiasmo entre los jóvenes estudiantes para estimular su curiosidad y mostrarles la importancia de ésta. Para efectos de este trabajo, vale la pena apuntar lo señalado con respecto a la enseñanza de las ciencias para la educación básica en Holanda, lo cual se puede resumir en dos aspectos fundamentales: iniciar tempranamente y empoderar a los profesores. En el cuadro 3.1 se desarrollan con mayor detalle estos dos aspectos relacionados con la enseñanza de las ciencias.

### Cuadro 3.1. Aspectos fundamentales de la enseñanza de las ciencias en Holanda

#### 1. Iniciar tempranamente

Observación: Los niños pequeños están muy interesados en las grandes preguntas de la vida y del universo aun cuando en el currículo de las escuelas primarias se hable muy poco y no se alimente su curiosidad natural. Cuando esta curiosidad no se nutre, tiende a desaparecer rápidamente. Como resultado, muchos adultos no están conscientes del prominente papel de las ciencias en el bienestar de nuestra vida cotidiana.

Recomendación: Educar y considerar a profesores dedicados en cada escuela primaria para orientar a los niños por algunas horas a la semana sobre las grandes preguntas de la ciencia y para motivar la diversión y la fascinación por la ciencia y la tecnología. Proporcionar buenos programas y materiales de enseñanza.

#### 2. Empoderar a los profesores de química y física

Observación: Los profesores académicamente entrenados en las escuelas secundarias son cruciales para proporcionar una alfabetización científica, un currículo flexible y el conocimiento de las carreras que necesitan los estudiantes para elegir un futuro en química y física. El número de profesores con un grado académico en física o química es insuficiente y va en declive.

Recomendación: El número de profesores entrenados académicamente debe incrementarse. Los físicos y químicos que optan por un cambio de carrera a través de la enseñanza deberán tener el máximo soporte financiero y educativo. Las universidades deberán fomentar una pareja sólida entre los centros de educación para profesores y los departamentos de física y química. La educación para profesores deberá ser de un nivel académico excelente, reflejar los desarrollos modernos en física y química, así como en los métodos para la transferencia de este conocimiento para el futuro. Debe considerarse el establecimiento de un centro nacional de especialidad en enseñanza de las ciencias.

Fuente: Dijkgraaf Committee, 2013, pp. 41-42.

Como se puede ver en el cuadro 3.1, para Holanda, alcanzar los propósitos relacionados con un desarrollo científico y tecnológico implica una mejora en la enseñanza de las ciencias (física, química y sus afines) desde los niveles básicos, lo cual está relacionado directamente con la formación docente. Por otro lado, queda claro cómo para Holanda, alcanzar un desarrollo científico y tecnológico derivado de los frutos de la educación científica, conlleva potenciar la curiosidad científica en los estudiantes, lo cual inicia desde edades tempranas.

En la propuesta de Visión 2025 se identifica que los contenidos de ciencias, como los de Física y Química, son esenciales para la educación. De esta manera, claramente se establece la necesidad de la alfabetización en ciencia en edades tempranas. En el caso de la educación media, es evidente la visión de que este nivel prepara para el trabajo y se hace un gran énfasis en la necesidad de que un mayor número de personas elijan áreas de ciencia y tecnología.

De manera general, se puede decir que en la educación básica la propuesta curricular de Holanda promueve el desarrollo de las emociones, intelecto y creatividad, así como la adquisición de conocimientos fundamentales y habilidades sociales, culturales y físicas en un proceso de desarrollo continuo a lo largo de la educación formal. Sin duda es de rescatar, para el caso de Holanda, la importancia que se le da a las ciencias naturales como vía para el desarrollo. Esto queda evidenciado en cómo desde otras estructuras curriculares, como lo es la formación docente, se busca que esto se materialice en los espacios escolares y en las condiciones de aula que se sugieren para llevar a cabo las prácticas de enseñanza.

### 3.1.6. Comentarios generales

El análisis realizado en este apartado muestra que la enseñanza de las ciencias naturales se ha ganado un espacio en los planteamientos curriculares que orientan los niveles de educación obligatoria de los países considerados en el presente estudio y que, junto con otras áreas de conocimiento, constituyen parte fundamental de la formación de las nuevas generaciones de niños y jóvenes. A manera de síntesis, en el cuadro 3.2 se presentan algunas ideas centrales en torno al *para qué* se enseñan las ciencias naturales identificadas en las propuestas curriculares revisadas previamente:

Una mirada comparativa de las propuestas curriculares aquí analizadas muestra que el discurso de la alfabetización científica se encuentra presente en el planteamiento de las intenciones educativas, objetivos de aprendizaje, metas u objetivos, según el país del que se trate. De manera general, las propuestas curriculares de Brasil, Chile, Corea del Sur, Estados Unidos de América, Holanda y México coinciden en declarar que la enseñanza de las ciencias es importante debido a que: 1) la ciencia es y hace parte de la cultura, 2) la ciencia es una forma de razonar, actuar y valorar en el mundo social y natural, y 3) que la ciencia, en tanto conocimiento, es imprescindible para la transformación social. Sin embargo, el énfasis de la alfabetización científica en el discurso que acompaña las intenciones educativas, es distinto en cada una de las propuestas curriculares aquí analizadas.

Corea del Sur es la propuesta que con más claridad plantea los dos ámbitos en el que habrá de buscarse impactar a partir de la formación de los ciudadanos: por un lado, hace gran hincapié en el hecho de que la educación sirve para el mejoramiento del individuo como ser humano y ciudadano; y, por otro, el que en todos los niveles educativos se hace un continuo reconocimiento y una valorización de las tradiciones y el patrimonio cultural. Por su parte, las propuestas curriculares de Brasil, Corea del Sur y Chile, junto con la de México, esbozan un discurso de alfabetización científica que tiende hacia la formación disciplinar; sin embargo, las propuestas de los dos primeros países sí apelan claramente a una formación científica con implicaciones para el desarrollo científico y tecnológico. Esto puede relacionarse con el papel que estos países atribuyen a la ciencia y la tecnología como parte de su desarrollo como nación. Por otro lado, las propuestas curriculares de Holanda, Corea del Sur y Estados Unidos de América manejan en su discurso intenciones educativas que tienden a una visión integradora de la enseñanza de las ciencias.

**Cuadro 3.2. Síntesis del “para qué enseñar las ciencias naturales”**

La propuesta curricular...					
...de Brasil	...de Chile	...de Corea del Sur	...del Proyecto 2061 de EU	...de Holanda	...de México
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se busca la comprensión y valoración del conocimiento científico y las nuevas tecnologías para que la persona sepa posicionarse frente a los procesos e innovaciones que le afectan.</li> <li>Se fomenta la comprensión de los fundamentos científicos y tecnológicos presentes en la sociedad contemporánea, relacionando la teoría con la práctica.</li> <li>Se propicia la preparación para el trabajo o para profesiones técnicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se promueve una formación que integra la comprensión de los conceptos científicos fundamentales, la apropiación y el desarrollo de procesos, habilidades y actitudes del quehacer científico.</li> <li>Se busca que los conocimientos científicos permitan comprender e interactuar con el mundo natural, social y tecnológico.</li> <li>Se promueve el involucramiento de manera crítica en asuntos científicos y tecnológicos de interés público para tomar decisiones informadas, resolver problemas y elaborar respuestas argumentadas basadas en evidencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se promueve la resolución de problemas de la vida cotidiana, creativa y científicamente.</li> <li>Se tiende a promover la comprensión de los conceptos básicos y la naturaleza de la ciencia.</li> <li>Se busca incrementar la curiosidad y el interés por los fenómenos naturales y reconocer las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se pretende que las personas sean capaces de utilizar los hábitos de pensamiento y el conocimiento de las ciencias, las matemáticas y la tecnología.</li> <li>Se espera que el conocimiento científico sirva a las personas para pensar y dar sentido a las ideas y acontecimientos a los que se enfrentan en la vida cotidiana y, en consecuencia, tomar decisiones y actuar.</li> <li>Se busca que las personas participen en las actividades de la ciencia para que sean miembros productivos de la sociedad y comprendan cómo funciona y opera la ciencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se promueve el desarrollo de las emociones, intelecto y creatividad, así como la adquisición de conocimientos fundamentales y habilidades sociales, culturales y físicas en un proceso de desarrollo ininterrumpido.</li> <li>Se busca que la educación media prepare para el trabajo y se enfatiza en la necesidad de que un mayor número de personas elija áreas de ciencia y tecnología.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se promueve la comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.</li> <li>Se busca la promoción de una toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud como una forma de cultura de la prevención.</li> <li>Se promueve la valoración de los alcances y limitantes de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos, así como el conocimiento y aplicación de los métodos y procedimientos científicos para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno.</li> </ul>

Tal es el caso de la propuesta curricular del Proyecto 2061, que indica explícitamente que la educación científica debe propiciar que las nuevas generaciones de niños y jóvenes comprendan no sólo contenidos científicos —conceptos, leyes, fórmulas, principios, teorías, etcétera—, sino también aquellos conocimientos que tienen que ver con la ciencia misma; esto es, sobre qué es la ciencia, cómo se construye y valida el conocimiento que en ella se genera, cuáles son los métodos empleados en esa construcción, qué valores se ven implicados en ello, entre otros. Este énfasis en el conocimiento de aspectos del mundo de las ciencias, también se puede identificar, de manera explícita, en el discurso de las intenciones educativas de Chile, pero en menor medida en el de México como se vio en el capítulo 2.

Es relevante apuntar que tanto en la propuesta curricular de Corea del Sur como en la de Holanda se hace alusión a aspectos como “incrementar la curiosidad” o “desarrollar la creatividad”, que

son fundamentales para el estudio de las ciencias experimentales y que no aparecen —al menos de manera tan explícita— en otras propuestas. Esto es importante, ya que ambos países manifiestan una tendencia a que la educación media (en Corea es de los 16 a los 17 años obligatoria; en Holanda es de los 12 a los 17-18 años) se oriente a la preparación para el trabajo, y además estas habilidades o cualidades pueden asociarse con su importante desarrollo tecnológico.

Al comparar la propuesta curricular de México (descrita en el capítulo 2) con las propuestas de los otros países, es posible identificar cómo se plantea la necesidad de lograr una comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica, la toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención y la comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos; lo cual es bastante similar al discurso de las otras propuestas. Por su parte, en el bachillerato hay una diversidad de los propósitos de la enseñanza de las ciencias, según el subsistema de que se trate: cada propuesta curricular e incluso, cada asignatura tiene sus propios objetivos. Sin embargo, como se señaló en el capítulo 1, con el Marco Curricular Común (MCC) se pretende que todo estudiante de este nivel desarrolle las competencias disciplinares básicas de ciencias experimentales que están orientadas a que conozcan y apliquen los métodos y procedimientos de dichas ciencias para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno. Esto se relaciona con el énfasis que la propuesta de Corea del Sur da a la resolución de problemas.

Es importante resaltar cómo en las propuestas curriculares, desde la declaración de las intenciones educativas hay un esfuerzo por aludir al contexto de enseñanza de las ciencias naturales, entendido esto último como la forma en que se sitúa el conocimiento científico en el tratamiento didáctico. Algunas de las propuestas curriculares de las aquí analizadas, como la de Corea del Sur, Holanda, Brasil y Estados Unidos de América, plantean explícitamente una vinculación de las intenciones educativas con el contexto más de carácter nacional, local e individual, y de manera transversal abordan el contexto que atañe más a lo individual. Por su parte, las propuestas curriculares de Chile y México (para este último caso, sólo para la educación básica), enfatizan intenciones educativas más próximas a los contextos individuales, es decir, centradas en el desarrollo de los individuos, y potencialmente reconocen la aplicabilidad de las ciencias en lo local e incluso llegando a lo global.

En general, el análisis de las intenciones educativas de las propuestas curriculares denota que la formación científica en la educación obligatoria se justifica por dos razones: 1) por la necesidad de alfabetizar científicamente a la ciudadanía desde la infancia, para que así logre afrontar los retos y dilemas que le plantea la sociedad en la que la ciencia y la tecnología tienen un papel importante, y 2) porque se reconoce que esa formación científica no sólo tiene que seguir desarrollándose en los distintos niveles educativos obligatorios, sino también conectarse con otras áreas que hacen parte de la formación.

Estas justificaciones, junto con las diferencias en el énfasis de la alfabetización científica anteriormente planteadas, tienen impacto en los contenidos que se proponen como objeto de enseñanza y en la forma de organizarlos y secuenciarlos, así como también en las formas que curricularmente se proponen para abordarlos en las aulas. A pesar de estas diferencias, se puede sostener que, al menos en el para qué enseñar, las intenciones de la educación científica planteadas curricularmente se han perfilado de acuerdo con las tendencias educativas internacionales. Esto es sin duda un esfuerzo curricular que vale la pena reconocer; sin embargo, como veremos más adelante, en el qué y cómo enseñar aún hay camino por recorrer.

## 3.2. ¿Qué se enseña de las ciencias naturales en otros países?

La enseñanza de las ciencias naturales en la escuela implica, además de una definición de finalidades, establecer puentes entre el conocimiento científico erudito y el conocimiento que pueden construir los estudiantes que transitan por ella (Izquierdo, 2005). Para lograr este puente, es necesario reelaborar el conocimiento generado por los científicos de tal manera que se pueda proponer a todos los estudiantes a lo largo de las diferentes etapas o momentos de su desarrollo de aprendizaje. En esta reelaboración es importante tener presente que, mientras los científicos, en su contexto más próximo, se dedican a generar, validar y comunicar conocimiento acerca del mundo, en la escuela se busca que los estudiantes aprendan, con apoyo de sus profesores, el conocimiento científico que ha sido construido por otros (Fumagalli, 1997). Esta reelaboración implica la selección de los conocimientos científicos que serán transmitidos a las nuevas generaciones y la definición de las experiencias escolares que permitirán que su aprendizaje sea significativo.

En este apartado se presentan los resultados del análisis sobre los contenidos científicos que se proponen enseñar en los currículos de ciencias naturales de los países considerados en el estudio. Es decir, se ofrece información sobre la reelaboración que cada país ha hecho del mundo de las ciencias y que considera debe ser enseñado y aprendido por sus estudiantes en los distintos niveles educativos. Si bien en la definición de los contenidos científicos a ser enseñados en la escuela pueden influir posiciones o factores de diferente carácter (social, humanista, económico, político, entre otros) propios de cada país, la mirada en ello rebasa los límites y propósitos del análisis que aquí se presenta. Al respecto, lo que se busca es ofrecer información sobre algunos aspectos del *qué enseñar* de las ciencias naturales que han sido señalados por la literatura especializada: visión sobre la naturaleza de la ciencia, la contextualización de los contenidos científicos y los tipos de contenidos que son incluidos en las propuestas curriculares.

### 3.2.1. La propuesta curricular de Brasil

Con respecto a la naturaleza de la ciencia, en las Directrices Curriculares Nacionales para la Educación Básica se expresa que a lo largo de este nivel educativo debe ser posible “desarrollar el conocimiento científico pertinente a los diferentes tiempos, espacios y sentidos” y “enseñar a comprender qué es la ciencia, cuál es su historia y a qué se la aplica” (Ministério da Educação, 2013, p. 33). En este sentido, es posible identificar cómo en la propuesta curricular de Brasil se busca el acercamiento a la naturaleza de la ciencia, sin asociarse explícitamente a algún posicionamiento.

De manera particular, en la definición de las Directrices Curriculares Nacionales para la Educación Secundaria es posible identificar dos alusiones a la naturaleza de la ciencia: 1) “la ciencia se concibe como el conjunto de conocimientos sistematizados, producidos socialmente a lo largo de la historia, en la búsqueda de comprensión y transformación de la naturaleza y de la sociedad”, y 2) “La tecnología se concibe como la transformación de la ciencia en fuerza productiva o mediación del conocimiento científico y la producción, marcada, desde su origen, por las relaciones sociales que la llevarán a ser producida” (Art. 5 de la Resolución CNE/CEB 2/2012).

En ambas declaraciones es posible identificar una visión de ciencia como actividad humana en constante construcción. Es decir, claramente se identifican dos ideas del eje robusto de naturaleza de la ciencia: la inserción cultural y social del conocimiento científico y la provisionalidad de

éste. Para la enseñanza media se plantea específicamente la “integración entre la educación y las dimensiones del trabajo, de la ciencia, de la tecnología y de la cultura como base de la propuesta y del desarrollo curricular” (Art. 5 de la Resolución CNE/CEB 2/2012).

Con respecto a la contextualización del conocimiento científico, para la educación infantil se establece que las prácticas pedagógicas deben garantizar experiencias que “promuevan la interacción, el cuidado, la preservación y el conocimiento de la biodiversidad y de la sustentabilidad de la vida en la Tierra, así como el no desperdicio de los recursos naturales” (Ministério da Educação, 2013, p. 99). Esto se relaciona con la contextualización del conocimiento científico; sin embargo, no se cuenta con suficiente información para determinar si los modelos de contexto son 1, 2 o 3 según la categorización de Gilbert (2006).

Dentro de los lineamientos generales para la educación básica, es posible identificar dos aspectos relacionados con la contextualización del conocimiento:

Revisión de las referencias conceptuales en cuanto a los diferentes espacios y tiempos educativos  
Consideración sobre la inclusión, la valoración de las diferencias y la atención a la pluralidad y a la diversidad cultural (Art. 9 de la Resolución CNE/CEB 4/2010).

De la referencia anterior, vale la pena señalar cómo el primer aspecto identificado para la contextualización del conocimiento alude a que éste se debe adecuar a las condiciones contextuales y situadas en los que se imparten las ciencias naturales en los distintos grados escolares de la educación básica brasileña. El segundo aspecto identificado en la cita anterior, permite sostener que el *qué enseñar* de las ciencias en la educación básica de Brasil puede ubicarse claramente en el modelo de contextualización tres, ya que desde éste se busca que la enseñanza de este campo de conocimiento incluya, incorpore y valore los conocimientos locales y particulares en los que se encuentra ubicada la escuela.

Con respecto a los contenidos de enseñanza específicos, es importante señalar que, para el caso de la propuesta curricular de Brasil, en el análisis realizado no fue posible identificar una propuesta explícita de éstos, ya que los documentos revisados son directrices nacionales bastante generales, por lo que la definición de los contenidos queda abierta a la decisión particular de los centros escolares, profesores u otras instancias educativas.

### 3.2.2. La propuesta curricular de Chile

Respecto a la naturaleza de la ciencia, en los programas tanto de la educación básica como de la educación media, es posible identificar, al menos, dos ideas: a) que la ciencia es un producto social y colaborativo, y b) que el conocimiento científico es provisional (cuadro 3.3).

Para la enseñanza de las ciencias en la educación básica chilena se reconoce que es importante iniciar en forma temprana la educación científica en el ciclo escolar, tanto por su valor formativo como por su capacidad para potenciar la disposición de los niños a hacerse preguntas y buscar explicaciones sobre la naturaleza y el entorno y de que la ciencia es, esencialmente, una forma para descubrir, aprender y adquirir competencias que preparen a los niños para desenvolverse en la sociedad actual.

### Cuadro 3.3. La naturaleza de la ciencia en el currículo de Chile

"[...] adquieren particular relevancia los procedimientos inherentes a la actividad científica, como el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, la observación sistemática, la realización de experimentos, el registro y análisis de información y la puesta en común de ideas en forma colectiva" (Chile, 1º de primaria, 2013, p. 31).

En las orientaciones didácticas, se establece que: "La ciencia es un esfuerzo colaborativo" (Chile, 1º de primaria, 2013, p. 40).

"El docente debe mostrar el proceso que desarrollaron los científicos para llegar a esos resultados y dar oportunidades a los estudiantes para que comprendan cabalmente que se trata de un proceso dinámico; que el conocimiento se construye por etapas, a veces muy pequeñas, y con el esfuerzo y la colaboración de muchos" (Chile, 1º Bach, 2011, p. 28).

"Los Objetivos de Aprendizaje de Ciencias Naturales promueven la comprensión de las grandes ideas de la ciencia y la adquisición progresiva de habilidades de pensamiento científico y métodos propios del quehacer de estas disciplinas. Ambos elementos contribuyen a desarrollar el pensamiento crítico, la capacidad reflexiva y la valoración del error como fuente de conocimiento" (Chile, 1º de primaria, 2013, p. 31).

En las orientaciones didácticas del programa de Segundo Año Medio se expresa que: "[El profesor] debe considerar que el entendimiento espontáneo del mundo que exhiben los estudiantes contradice en algunos casos las explicaciones científicas. Los estudiantes pueden tener un conocimiento moldeado por conceptos científicos que alguna vez se dieron por válidos, pero que han cambiado" (Chile, 2º Bach, p. 28).

En el programa de Ciencias Naturales de (7º a 8º Básico) de la educación básica chilena, se plantea que "una formación científica moderna en ciencias [es aquella] que integra la comprensión de los conceptos fundamentales de las disciplinas científicas, en conjunto con la apropiación de los procesos, las habilidades y las actitudes características del quehacer científico" (MINEDUC, CN 7º Básico, p. 25). Además, se enuncia como orientación didáctica el "conocimiento de la investigación científica", en donde se contempla que "la enseñanza de la ciencia como indagación considere todas las actividades y procesos utilizados por los científicos y también por los estudiantes para comprender el mundo que nos rodea" (MINEDUC, CN 7º Básico, p. 28).

Los Objetivos de Aprendizaje de Ciencias Naturales para educación básica promueven la comprensión de las grandes ideas de la ciencia y la adquisición progresiva de habilidades de pensamiento científico y métodos propios del quehacer de estas disciplinas. Estos elementos contribuyen a desarrollar el pensamiento crítico, la capacidad reflexiva y la valoración del error como fuente de conocimiento y fomentar actitudes científicas como el rigor, la perseverancia, la honestidad, la búsqueda de la objetividad, la responsabilidad, la amplitud de mente, el trabajo en equipo, el respeto y, en definitiva, el permanente interés por los hechos del entorno natural. Se señala, además, que "estas grandes ideas y habilidades están enfocadas a la alfabetización científica de todos los estudiantes" (MINEDUC, CN 1º Básico, p. 31).

En lo que se refiere a la contextualización, ésta se puede identificar en la formulación de los Objetivos de Aprendizaje para la educación básica:

se relacionan habilidades, conocimientos y actitudes, y a través de ellos se pretende plasmar de manera clara y precisa, cuáles son los aprendizajes que el estudiante debe lograr... [Con ello] Se busca que los estudiantes pongan en juego estos conocimientos, habilidades y actitudes para enfrentar diversos desafíos, tanto en el contexto de la asignatura en la sala de clases como al desenvolverse en su entorno o en la vida cotidiana (MINEDUC, CN 1º Básico, p. 10).

Para el caso de la media superior, en los programas destinados a los establecimientos que no cuentan con programas propios, se expresa que la comprensión y conocimiento del mundo, tanto en su

dimensión natural como en la dimensión tecnológica “se construyen en las disciplinas científicas a través de un proceso sistemático, que consiste en el desarrollo y la evaluación de explicaciones de los fenómenos mediante evidencias obtenidas de la observación, pruebas experimentales y la aplicación de modelos teóricos” (Ministerio de Educación, 2011a, p. 25).

De manera general, la contextualización en el currículo de ciencias chileno se trata básicamente del modelo 1 a lo largo de todos los años escolares, incluyendo al bachillerato, y sólo para algunos casos se podría establecer el modelo 2. Claramente, en algunas actividades, se propone la visita a algún museo o empresa de la región, en los que puedan observarse/aplicarse, los conocimientos adquiridos. Por otro lado, hay ejemplos en los que se alude a la historia de la ciencia y de alguna manera, a la cuestión de género. En el caso del bachillerato, ocurre lo mismo: se hace una contextualización limitada de los conceptos (modelo 1) y sólo en algunos casos se podría considerar como modelo 2. En el mismo programa se establece que:

A menudo se cree, erróneamente, que la pedagogía basada en la indagación promueve que los estudiantes descubran por sí mismos todos los conceptos. Esto puede resultar adecuado en el caso de conceptos sencillos, pero podría tomar mucho tiempo cuando se trata de ideas más complejas. En estos casos, puede ser más eficiente que el profesor presente y explique los conceptos y que los estudiantes destinen más tiempo a aplicarlos en situaciones problema y realizar la indagación (Chile, 1º Bach, 2011, p. 28).

Con respecto a los contenidos de enseñanza, los Objetivos de Aprendizaje del currículo de Chile aluden a desempeños medibles y observables de los estudiantes en relación a las habilidades científicas y a los contenidos. De acuerdo a estos contenidos, los objetivos se organizan en torno a tres ejes temáticos vinculados con las disciplinas que integran las ciencias naturales: Ciencias de la Vida, Ciencias Físicas y Químicas, y Ciencias de la Tierra y el Universo. En el cuadro 3.4 se muestra la organización de los contenidos por eje temático en la educación primaria y las unidades de estudio por asignatura para el equivalente, en México, a secundaria y educación media.

En los documentos curriculares de Chile desde el grado 7 se reconocen diferentes unidades relacionadas directamente con las disciplinas. Así Materia y sus Átomos, Moléculas y Transformaciones Físicoquímicas corresponde para nosotros a química; Fuerzas y Movimiento, Las Fuerzas en la Tierra y el Espacio corresponde a física; Tierra y Universo, Tamaño y Estructura del Universo, a ciencias de la Tierra y el universo; Estructura y Función de los Seres Vivos, Sexualidad Humana, Consumo de Drogas y Autocuidado, con organismos, ambiente y sus interacciones; Ciclos Biogeoquímicos e Interacciones Biológicas corresponden a biología. Para poder hacer las comparaciones usamos los nombres de las disciplinas. Con la misma intención en la educación media de Chile las asignaturas son biología, física y química, pero hemos separado de física los contenidos de Tierra y universo, una vez que continúan con una estrategia curricular presente a todo lo largo del currículo de ciencias naturales.

En el cuadro 3.4 se puede observar la predominancia de contenidos asociados a la Biología, lo que está en concordancia con la orientación que tiene la enseñanza de las ciencias naturales en Chile hacia el conocimiento del ambiente y la biodiversidad, que es muy distinta a través de su territorio, la protección del ambiente y el conocimiento del cuerpo humano y la conservación de la salud. También es importante señalar los contenidos de Ciencias de la Tierra en los que se estudian temas relacionados con los sismos (placas tectónicas) en un país que debe tener una importante cultura al respecto por su localización geográfica.

### Cuadro 3.4. Temas por eje temático y nivel educativo propuestos en el currículo de Ciencias Naturales de Chile

Grado	Ciencias de la Vida	Ciencias Físicas y Químicas	Ciencias de la Tierra y el Universo
1º	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades y cuidados que permiten un desarrollo sano del cuerpo como actividad física y alimentación saludable, entre otros.</li> <li>• Prevención de enfermedades por medio del correcto aseo del cuerpo y lavado de alimentos, entre otros.</li> <li>• Los sentidos, sus órganos, funciones, cuidados y protección.</li> <li>• Las características que permiten describir y diferenciar a los seres vivos de las cosas no vivas, como crecer, responder a estímulos del medio y reproducirse.</li> <li>• Las necesidades de los seres vivos: alimentación, aire, agua y protección.</li> <li>• Características generales de los animales en relación con su tamaño, cubierta corporal, estructuras de desplazamiento y hábitat.</li> <li>• Estructuras principales de las plantas, como hojas, flores, tallos y raíces.</li> <li>• Características generales de semillas, frutos, flores y tallos en relación con su tamaño, color, forma y textura, entre otros.</li> <li>• Animales y plantas de nuestro país.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales de los que están hechos los objetos, como madera, plástico, goma, género, corcho, metal, entre otros.</li> <li>• Características físicas observables de los materiales (color, forma, textura y tamaño).</li> <li>• Relación entre el uso de los objetos y el material seleccionado para su elaboración.</li> <li>• Cambios en los materiales producto de la aplicación de luz, calor, agua y fuerzas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ciclo diario, el día y la noche y sus diferencias de luminosidades, sombras, salida y puesta del Sol, planetas y estrellas, posiciones de cuerpos celestes, entre otras.</li> <li>• El efecto del ciclo diario sobre los seres vivos y el ambiente.</li> <li>• Las diferencias entre las estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera) en relación con las temperaturas, cantidad de lluvia y nieve, horas de luz, etcétera.</li> <li>• Los efectos de los cambios de las estaciones del año sobre los seres vivos y el ambiente, como caída y cambio de color de hojas de los árboles, formación de nidos, postura de huevos de pájaros, diferentes prendas de vestir en los seres humanos, etcétera.</li> </ul>
2º	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización y función general de algunos órganos internos del cuerpo que son fundamentales para vivir: corazón, pulmones, estómago, músculos, huesos y esqueleto.</li> <li>• Necesidad de ejercicio para el fortalecimiento y desarrollo muscular.</li> <li>• Características generales de animales vertebrados: peces, reptiles, anfibios, aves y mamíferos.</li> <li>• Distinción entre vertebrado y no vertebrado.</li> <li>• Clasificación de grandes grupos taxonómicos en los no vertebrados.</li> <li>• Características principales de distintos ciclos de vida de animales vertebrados y no vertebrados: anfibios, insectos, mamíferos entre otros.</li> <li>• Identificación de distintos tipos de hábitat y la relación con la supervivencia de los animales.</li> <li>• Animales nativos en peligro de extinción.</li> <li>• Animales nativos en extinción.</li> <li>• Procesos tecnológicos que afectan el hábitat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales del agua.</li> <li>• Estados del agua: sólido, líquido, gaseoso.</li> <li>• Ciclo del agua en la naturaleza.</li> <li>• Situaciones de ahorro y malgasto de agua.</li> <li>• Importancia del agua para los seres vivos incluido el ser humano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del tiempo atmosférico.</li> <li>• El termómetro en relación con su utilidad y su uso como instrumento de medición.</li> <li>• Factores del tiempo atmosférico en términos de los cambios de temperatura, las precipitaciones y el viento entre otros fenómenos.</li> <li>• Estaciones del año y su relación con el tiempo atmosférico.</li> <li>• Estaciones del año y la relación con los seres vivos.</li> </ul>

Grado	Ciencias de la Vida	Ciencias Físicas y Químicas	Ciencias de la Tierra y el Universo
3º	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Partes de una planta (hojas, raíces, tallos, flor, semillas y frutos).</li> <li>▪ Funciones de las diferentes partes de una planta.</li> <li>▪ Necesidades de una planta para su crecimiento.</li> <li>▪ Cambios que experimentan las plantas durante su ciclo de vida.</li> <li>▪ Procesos de reproducción de plantas con flor (polinización, fecundación, dispersión).</li> <li>▪ Las plantas como fuente de alimentación, respiración, refugio y protección para otros seres vivos.</li> <li>▪ Diversidad de plantas de nuestro país.</li> <li>▪ Uso de plantas medicinales.</li> <li>▪ Rol de los alimentos en el ser humano.</li> <li>▪ Alimentos beneficiosos para la salud y hábitos que promueven una alimentación saludable.</li> <li>▪ Alimentos perjudiciales para la salud, cuando son consumidos en exceso.</li> <li>▪ Prácticas de higiene para una adecuada práctica de manipulación de alimentos.</li> <li>▪ Prevención de contagio de enfermedades por alimentos contaminados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fuentes de luz natural y artificial, como el Sol, las ampolletas y el fuego.</li> <li>▪ Propiedades de la luz, como que viaja en línea recta, se refleja, se separa en colores, etcétera.</li> <li>▪ El sonido como una vibración.</li> <li>▪ Las propiedades del sonido, como que viaja en todas las direcciones, se absorbe, se refleja, se transmite por medio de distintos materiales, tiene tono e intensidad, etcétera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Componentes del sistema solar, como el Sol, los planetas, las lunas, los cometas y los asteroides.</li> <li>▪ Movimiento de rotación del planeta Tierra y sus efectos.</li> <li>▪ Movimiento de traslación de la Tierra y sus efectos.</li> <li>▪ Eventos de las fases de la Luna.</li> <li>▪ Los eclipses de Luna y Sol.</li> </ul>
4º	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El sistema esquelético, sus estructuras y funciones; protección (costillas y cráneo), soporte (vértebras y columna vertebral) y movimiento (pelvis y fémur).</li> <li>▪ Interacción coordinada entre tendones, músculos y huesos en el movimiento; movimiento de brazos y piernas.</li> <li>▪ El sistema nervioso, sus estructuras y funciones; conducción de información (médula espinal y nervios) y elaboración y control (cerebro).</li> <li>▪ Efecto del consumo excesivo de alcohol en el comportamiento y en la salud.</li> <li>▪ Componentes de un ecosistema.</li> <li>▪ Adaptaciones conductuales y estructurales de plantas y animales a distintos ecosistemas: cubierta corporal, formas de extremidades, tipo de hoja, hibernación, entre otras.</li> <li>▪ Características de las cadenas alimentarias de diferentes ecosistemas.</li> <li>▪ Acción del ser humano sobre los ecosistemas.</li> <li>▪ Las características de los principales tipos de ecosistemas chilenos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concepto y definición de materia.</li> <li>▪ Tres estados físicos en que se presenta la materia en su entorno inmediato: sólido, líquido y gaseoso.</li> <li>▪ Características de la materia en cada uno de los estados; capacidad de fluir, cambiar de forma y volumen, entre otros.</li> <li>▪ Propiedades de los estados sólido, líquido y gaseoso.</li> <li>▪ Medición de masa, volumen y temperatura.</li> <li>▪ El peso, roce y las interacciones magnéticas como ejemplos de fuerzas.</li> <li>▪ Efecto de deformación de los materiales por medio de fuerzas.</li> <li>▪ Dinamómetro para medir fuerzas en situaciones estáticas.</li> <li>▪ Efecto de las fuerzas en el cambio de movimiento (rapidez, dirección del movimiento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las capas de la Tierra (corteza, manto y núcleo) y sus características principales de composición, rigidez y temperatura, entre otros.</li> <li>▪ Los movimientos de las placas tectónicas y sus características en relación con sus causas, efectos y comparaciones de magnitudes, entre otras.</li> <li>▪ Las placas tectónicas y su relación con sismos, tsunamis y erupciones volcánicas.</li> <li>▪ Las medidas de prevención y seguridad ante riesgos naturales producto de sismos, tsunamis y erupciones.</li> </ul>

Grado	Ciencias de la Vida	Ciencias Físicas y Químicas	Ciencias de la Tierra y el Universo
5º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niveles de organización de los seres vivos.</li> <li>Alimentos y su relación con las actividades vitales.</li> <li>Aporte de algunos alimentos.</li> <li>Sistema digestivo, estructuras y función.</li> <li>Sistema respiratorio, estructuras y función.</li> <li>Sistema circulatorio, estructuras y función.</li> <li>Integración de sistemas.</li> <li>Efectos nocivos que produce el cigarrillo (humo del tabaco) en el organismo.</li> <li>Agentes infecciosos causantes de enfermedades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las diferentes formas que presenta la energía: calórica, lumínica, eólica, eléctrica, etcétera.</li> <li>Las máquinas y aparatos que funcionan con energía eléctrica.</li> <li>Elementos de un circuito eléctrico simple y sus funciones.</li> <li>Las conexiones en circuitos.</li> <li>La función de conductores y aislantes en los circuitos eléctricos.</li> <li>Importancia para el ser humano de la energía eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporción de la Tierra cubierta por agua por océanos, mares y agua dulce.</li> <li>Características de los océanos: temperatura, luminosidad, presión, diversidad de flora y fauna.</li> <li>Corriente de Humboldt, ubicación y sus efectos.</li> <li>Corrientes del Niño y la Niña, sus ciclos y efectos en el clima, la flora y fauna marina.</li> <li>Las mareas y sus causas.</li> <li>La actividad humana y su impacto en los océanos, mares, lagos y cursos de agua dulce.</li> </ul>
6º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función del sistema reproductor femenino y masculino.</li> <li>Fabricación de espermatozoides en los testículos.</li> <li>Fabricación de óvulo en los ovarios.</li> <li>Efectos y consecuencias del consumo de drogas (alcohol, tabaco y otras) en el estado de salud del organismo y de los factores de protección y medidas de prevención apropiados.</li> <li>Requerimientos nutricionales de los organismos (tipo de nutrientes y aporte energético), y su relación con parámetros fisiológicos de edad, sexo y actividad física.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concepto de energía.</li> <li>Fuentes de energía.</li> <li>Energías renovables y no renovables.</li> <li>Formas que adopta la energía.</li> <li>Concepto de calor.</li> <li>Transformación de energía.</li> <li>Constitución articulada de la materia.</li> <li>Movimiento de partículas en la materia y la acción del calor.</li> <li>Estados físicos de la materia: sólido, líquido, gaseoso.</li> <li>Cambios de estado: fusión, evaporación, condensación, solidificación, sublimación.</li> <li>Participación del calor y la temperatura en los cambios de estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características de la atmósfera, hidrósfera y litósfera.</li> <li>Relación de las capas de la Tierra con el desarrollo de la vida y generación de recursos naturales.</li> <li>Tipos de rocas, formación y características.</li> <li>Formación de fósiles.</li> <li>Formación del suelo.</li> <li>Características, propiedades y clasificación de los suelos.</li> <li>Importancia del suelo para los seres vivos.</li> <li>Horizontes del suelo y características.</li> <li>Proceso de erosión, factores, causas y efectos.</li> <li>Factores que intervienen en el proceso de fotosíntesis y sustancias requeridas y producidas.</li> <li>Flujos de materia y energía entre los distintos eslabones de las cadenas y tramas alimentarias</li> <li>Alteraciones en los flujos de materia y energía por factores externos, por ejemplo, la actividad humana.</li> </ul>
(U)	(Biología)	(Física)	(Química)
7º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función de los seres vivos: sexualidad humana, consumo de drogas y autocuidado.</li> <li>Organismos, ambiente y sus interacciones: ciclos biogeoquímicos e interacciones biológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerza y movimiento: las fuerzas en la Tierra y en el espacio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materia y sus átomos, moléculas y transformaciones fisicoquímicas.</li> </ul>
8º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función de los seres vivos: estructura celular y requerimientos nutricionales.</li> <li>Organismos, ambiente y sus interacciones: origen y evolución de la vida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerza y movimiento: fenómenos eléctricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materia y sus transformaciones: modelos atómicos y gases ideales.</li> </ul>

(U)	(Biología)	(Física)	(Química)	(Geología y Astronomía)
1º EM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y función de los seres vivos: estructura y función de la célula.</li> <li>• Organismo, ambiente y sus interacciones: flujos de materia y energía en el ecosistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia y sus transformaciones: el sonido.</li> <li>• La materia y sus transformaciones: la luz.</li> <li>• Fuerza y movimiento: descripción del movimiento; elasticidad y fuerza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia y sus transformaciones: modelo mecano-cuántico.</li> <li>• Materia y sus transformaciones: propiedades periódicas.</li> <li>• Materia y sus transformaciones: teoría del enlace.</li> <li>• Materia y sus transformaciones: leyes ponderales y estequiometría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierra y universo: fenómenos naturales a gran escala.</li> </ul>
2º EM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y función de los seres vivos: genética y reproducción celular.</li> <li>• Estructura y función de los seres vivos: hormonas y reproducción humana.</li> <li>• Organismos, ambiente y sus interacciones: dinámica de poblaciones y comunidades biológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza y movimiento: los movimientos y sus leyes.</li> <li>• La materia y sus transformaciones: calor y temperatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia y sus transformaciones: propiedades generales de las soluciones.</li> <li>• Materia y sus transformaciones: propiedades coligativas y conductividad eléctrica de las soluciones.</li> <li>• Materia y sus transformaciones: bases de la química orgánica.</li> <li>• Materia y sus transformaciones: reactividad de los compuestos orgánicos y estereoquímica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierra y universo: visión del sistema solar.</li> </ul>

### 3.2.3 La propuesta curricular de Corea del Sur

Hasta donde se pudo identificar, en los documentos curriculares para enseñar ciencias en Corea del Sur, no se hace alusión alguna a destacar aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia y, en lo referente al contexto, tampoco es posible establecer si corresponde a los modelos 1, 2, o 3. Lo que se puede decir es que curricularmente, se da gran importancia al conocimiento del país por medio de la localización de sus mares, disposición de agua dulce, conocimiento topográfico del suelo marino, entre otros. En Corea del Sur, el sistema educativo se divide en educación infantil, educación elemental, educación media y educación media superior. La enseñanza de las ciencias naturales comienza a partir del tercer año de la educación elemental y continúa hasta el décimo, tal y como se puede observar en tabla 3.4 que concentra los bloques temáticos de las asignaturas asociadas a este campo de conocimiento.

En el primer grado de educación elemental se llevan materias como: Lengua Coreana, Matemáticas, Ética, Estilo de Vida, Vida Placentera y Nosotros Somos 1<sup>er</sup> grado. En el segundo grado: Lengua Coreana, Matemáticas, Ética, Estilo de Vida y Vida Placentera. De manera particular, los contenidos de ciencias para cada uno de los grados se muestran en el cuadro 3.5. Lo primero que ha de observarse es que el currículo coreano no maneja las disciplinas tradicionales (biología, física, química); sin embargo, es posible identificarlas para poder hacer comparativos. De este modo: Movimiento y Energía se identifica con física; Materiales con química; Vida con biología; y Tierra y Espacio, con ciencias de la Tierra.

La distribución de temas por cada una de las disciplinas se muestra en la tabla 3.1, en la que podemos ver un equilibrio en los contenidos de los cuatro ejes con una ligera predominancia en los temas de Química. En todos los casos, se trata de ligar a la ciencia con la tecnología y la sociedad, persiguiendo como objetivos la aplicación de los conocimientos a la vida diaria, así como a la resolución de problemas y proyectos de investigación, aunque no especifican como llevarlos a cabo. El aprendizaje de las TIC reviste gran importancia como una potente herramienta de aprendizaje en la educación.

Además, el currículo de Corea del Sur contempla que “En ‘ciencia’, el aprendizaje acentúa el entendimiento a fondo de los conceptos básicos en vez de la adquisición fragmentada del conocimiento, así como la habilidad de resolver problemas de la vida diaria de manera científica utilizando ese conocimiento” (KICE, Science Curriculum, p. 5). Esta declaración tiene congruencia con los objetivos específicos del Currículo de Ciencias para la educación media, que son educar a los estudiantes para que sean capaces de:

- Entender los conceptos básicos de la ciencia y aplicarlos a la resolución de problemas en la vida diaria.
- Desarrollar la habilidad para determinar la naturaleza de la ciencia y usarla para resolver problemas en la vida diaria.
- Mejorar la curiosidad y el interés en los fenómenos naturales, la enseñanza de la ciencia y el desarrollo de actitudes para resolver científicamente problemas de la vida diaria.
- Reconocer las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (Ministry of Education and Human Resources Development, 2007, p. 6).

**Cuadro 3.5.** Bloques temáticos para la enseñanza de las ciencias en Corea del Sur

Grado	Movimiento y Energía	Materiales	Vida	Tierra y Espacio
3º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades de magnetos</li> <li>Movimiento de la luz en línea recta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objetos y materiales</li> <li>Líquidos y Gases</li> <li>Separación de mezclas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo de vida de los animales</li> <li>Mundo animal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agua y nuestra vida</li> </ul>
4º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peso</li> <li>Transferencia de calor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios de fase del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo de vida de las plantas</li> <li>Mundo de las plantas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estratos geológicos y fósiles</li> <li>Volcanes y terremotos</li> <li>Cambios en la superficie terrestre</li> </ul>
5º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad de un objeto</li> <li>Circuito eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disoluciones y soluciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y funciones de las plantas</li> <li>Mundo de los microorganismos</li> <li>Cuerpo humano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tierra y Luna</li> <li>Sistema solar y estrellas</li> </ul>
6º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luz</li> <li>Energía</li> <li>Campos magnéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ácidos y bases</li> <li>Gases</li> <li>Combustión y extinción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ecosistemas y ambientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios en el clima</li> <li>Cambios de estación</li> </ul>
7º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerza y movimiento</li> <li>Electroestática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las tres fases de la materia</li> <li>Movimiento molecular</li> <li>Cambio de fase y energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organización y diversidad de los organismos vivos</li> <li>Nutrición de plantas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales de la corteza terrestre y cambios</li> <li>Movimientos tectónicos y tectónica de placas</li> </ul>
8º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energía térmica</li> <li>Luz y ondas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composición de las sustancias</li> <li>Los compuestos que nos rodean</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digestión y circulación</li> <li>Respiración y excreción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema solar</li> <li>Estrellas y universo</li> </ul>
9º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo y electricidad</li> <li>Electricidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturaleza de la materia</li> <li>Electrolitos e iones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estímulo y respuesta</li> <li>Reproducción y desarrollo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características de la atmósfera y cambio climático</li> <li>Composición y movimiento del agua de mar</li> </ul>
10º	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimiento de un objeto</li> <li>Electromagnetismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regularidad en las reacciones químicas</li> <li>Reacciones químicas varias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Herencia y evolución</li> <li>Ciencias de la vida y el futuro de la especie humana</li> <li>Energía en la naturaleza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema terrestre</li> <li>Movimiento de los cuerpos celestes</li> </ul>

Un aspecto que es importante de reconocer en la propuesta curricular de Corea del Sur, es que en su propuesta de contenidos de enseñanza (cuadro 3.5) es posible identificar alusiones a los núcleos duros de las distintas disciplinas científicas, es decir, aquellos contenidos científicos que son fundamentales no sólo para comprender e interactuar con el mundo natural y social, sino también construir o establecer conexiones entre ellos.

**Tabla 3.1.** Número de unidades dedicadas a cada disciplina científica en el currículo de Corea del Sur

Año	Total de unidades	Biología	Ciencias de la Tierra	Física	Química
3º	8	2	1	2	3
4º	8	2	3	2	1
5º	8	3	2	2	1
6º	9	1	2	3	3
7º	9	2	2	2	3
8º	8	2	2	1	3
9º	8	2	2	2	2
10º	9	2	2	3	2
Total	67	16	16	17	18

### 3.2.4. La propuesta curricular del Proyecto 2061 de Estados Unidos de América

Una de las premisas centrales del Proyecto 2061 de Estados Unidos de América, es que el conocimiento útil de las personas está interrelacionado. El Proyecto 2061 se basa en la creencia de que la calidad de vida en el año 2061 dependerá sobre todo de la educación recibida por esta y las siguientes generaciones. Los niños y jóvenes tienen que salir de la escuela con una sólida formación en ciencias, matemáticas y tecnología, que les permita participar intelectual y emocionalmente en la ciencia para convertirse en miembros responsables y productivos de la sociedad. La educación debe prepararlos para un futuro incierto y debe incluir la comprensión y hábitos mentales que pueden servir como herramientas para pensar durante toda la vida (Benchmarks, p. 325).

Con su publicación inicial *Ciencia: Conocimiento para todos*, el Proyecto 2061 estableció las recomendaciones sobre lo que todos los estudiantes de Estados Unidos de América deben saber o ser capaces de hacer en ciencia, matemáticas y tecnología al graduarse de la escuela preparatoria (o superior). En este sentido, con respecto a la naturaleza de la ciencia, el Proyecto 2061 señala algunos aspectos sobre qué conocimientos del modo en que opera la ciencia son fundamentales para la formación científica:<sup>33</sup>

- El mundo es comprensible
- Las ideas científicas están sujetas a cambio
- El conocimiento científico es durable
- La ciencia no puede dar respuestas completas a todas las preguntas
- La ciencia exige evidencia
- La ciencia es una mezcla de lógica e imaginación
- La ciencia explica y predice
- La esencia de la ciencia es la validación mediante la observación

<sup>33</sup> <http://www.project2061.org/esp/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>

- Los científicos tratan de identificar y evitar prejuicios
- La ciencia no es autoritaria
- La ciencia es una actividad social compleja
- La ciencia se organiza en un conjunto de disciplinas y la dirigen diversas instituciones
- Hay principios éticos generalmente aceptados en la práctica científica
- Los científicos intervienen en asuntos públicos como especialistas y como ciudadanos

En el Proyecto 2061 se habla del entorno físico y las condiciones de vida, no de química, física, geología, astronomía o biología. Con ello se busca que los estudiantes tomen conciencia de las similitudes entre las ciencias naturales y sociales, y logren aprender acerca de algunas de las interdependencias de las ciencias, las matemáticas y la tecnología. Para ello se establecen “hilos” en el plan de estudios para guiar la progresión en la complejidad e interrelación de los conceptos. De los capítulos 4 a 9 del libro *Ciencia: Conocimiento para todos* se exponen los conocimientos que el Proyecto 2061 considera como básicos acerca del mundo, mismos que están organizados en torno a seis aspectos, tal y como se puede observar en el cuadro 3.6.

**Cuadro 3.6.** Conocimientos básicos acerca del mundo propuestos por el Proyecto 2061

El entorno físico	El ambiente vivo	El organismo humano
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El universo</li> <li>▪ La Tierra</li> <li>▪ Procesos que le dan forma a la Tierra</li> <li>▪ Estructura de la materia</li> <li>▪ Transformaciones de la energía</li> <li>▪ Movimiento</li> <li>▪ Fuerzas de la naturaleza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diversidad de la vida</li> <li>▪ Herencia</li> <li>▪ Células</li> <li>▪ Interdependencia de la vida</li> <li>▪ Flujo de materia y energía</li> <li>▪ Evolución de la vida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identidad humana</li> <li>▪ Desarrollo humano</li> <li>▪ Funciones básicas</li> <li>▪ Aprendizaje</li> <li>▪ Salud física</li> <li>▪ Salud mental</li> </ul>
Sociedad humana	El mundo diseñado	El mundo matemático
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efectos culturales en el comportamiento</li> <li>▪ Conducta grupal</li> <li>▪ Cambio social</li> <li>▪ Trueques sociales</li> <li>▪ Sistemas políticos y económicos</li> <li>▪ Conflicto social</li> <li>▪ Interdependencia mundial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agricultura</li> <li>▪ Materiales y manufactura</li> <li>▪ Los recursos energéticos y su uso</li> <li>▪ La comunicación</li> <li>▪ Procesamiento de la información</li> <li>▪ Tecnología de la salud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Naturaleza y uso de los números</li> <li>▪ Relaciones simbólicas</li> <li>▪ Figuras</li> <li>▪ Incertidumbre</li> <li>▪ Raciocinio</li> </ul>

Como se puede observar en el cuadro 3.6, el Proyecto 2061 busca promover la interdisciplina en el conocimiento y comprensión del mundo. Al respecto se expresa que “el conocimiento interconectado debe permitir el diseño de actividades para que los estudiantes reconozcan las relaciones entre las ciencias, las matemáticas y las tecnologías, y entre éstas y otros esfuerzos humanos” (Proyecto 2061, p. 320).

Además de promover la interdisciplina en el conocimiento del mundo, el Proyecto 2061 busca desarrollar habilidades de pensamiento para aprender. La idea fundamental es volver a lo básico. Si “básico” puede incluir el razonamiento científico, algunos elementos de la imagen que los científicos tienen de cómo funciona el mundo, las nociones de lo que los matemáticos hacen, y cómo el mundo tecnológico se refiere a la ciencia y a la sociedad, entonces vamos a ir “hacia adelante a lo básico” (p. 317). Esto se relaciona con el evidente abordaje de aspectos relacionados con la

naturaleza de la ciencia, pues en esta propuesta abiertamente se declara que la enseñanza debe ser compatible con la naturaleza de la investigación científica.

Con respecto a la contextualización de los contenidos de enseñanza, vale la pena decir que el Proyecto 2061, a través de sus *Benchmarks for Science Literacy*, aluden casi por completo al modelo 3 de contextualización propuesto por Gilbert (2006). Esto se debe prioritariamente a que estos puntos de referencia para ejecutar el Proyecto de 2061, al señalar el progreso en el conocimiento científico por el que pueden transitar los estudiantes, éste puede llegar a tener una conexión directa con su contexto individual, local y global, pues su implementación depende en mucho de las escuelas y sus actores quienes, además, cuentan con otras estructuras curriculares para facilitar su implementación (como por ejemplo, una amplia oferta de libros de texto de editoriales privadas que proponen diversas e innovadoras estrategias para la enseñanza de las ciencias).

### 3.2.5. La propuesta curricular de Holanda

Para el caso de educación preescolar, en la mayoría de las escuelas se emplean programas curriculares ya establecidos, seleccionados por el gobierno local o, bien, generados por la propia escuela. El currículo de preescolar varía en naturaleza y contenido y ha sido desarrollado por un gran número de individuos y organizaciones. Algunos de los programas son más incluyentes (como Kaleidoscopio y Pirámide), mientras que otros se enfocan más en áreas particulares como el desarrollo del lenguaje o el desarrollo socioemocional. Particularmente el programa Pirámide incluye dentro de sus proyectos de ciencia el estudio del agua (propiedades físicas del agua, el movimiento del agua y la exploración de los cuerpos de agua).

En el currículo de este país no hay una descripción específica de las asignaturas o contenidos que se estudian en la educación primaria pues la decisión sobre el qué enseñar depende de cada centro educativo. Respecto a la enseñanza de las ciencias se puede decir, de manera general, que, en la propuesta curricular de Holanda aquí analizada, se cubren aspectos de biología (como la distinción y conocimiento de plantas y animales), de física (se estudian fenómenos físicos como la luz, el sonido, la energía, el magnetismo o la temperatura), de química (propiedades y uso de materiales) y de ciencias de la Tierra (clima, tiempo, estaciones). Por ejemplo, en el capítulo “Hombre y naturaleza” del programa de la educación secundaria se abordan diversos aspectos que pueden agruparse según las disciplinas científicas, por ejemplo:

- Para Biología se estudian conceptos clave de la materia viva y su relación con el ambiente; la interacción entre plantas, animales y humanos; constitución y función del cuerpo humano; cuidado del cuerpo y el ambiente (salud física y emocional). Entre los objetivos está investigar la naturaleza reconociendo las relaciones e interacciones que ligan las teorías y los modelos con las observaciones que promueven la sustentabilidad. Con ello se busca que los estudiantes relacionen los conceptos científicos con la vida diaria.
- Para Física se estudian los fenómenos físicos tales como la electricidad, sonido, luz, movimiento, energía.
- Para Química se estudian conceptos clave de la materia no viva y su relación con el ambiente; fenómenos químicos y estudios sobre la materia

Como se puede notar, el enfoque educación científica en Holanda es hacia dos aspectos: el cuidado de la salud y el ambiente y el desarrollo tecnológico. También se da prioridad a las relaciones

entre la física, la química y la tecnología por medio de la elaboración de proyectos. Por la descripción de los aprendizajes, es posible pensar que la enseñanza de las ciencias es contextualizada y cabe señalar que, al ser un negocio la elaboración de material didáctico, las opciones didácticas son muy amplias. En la parte de “Orientación personal y en el Mundo” se busca que “el contenido educativo sobre las personas, la naturaleza y el mundo se presenten con coherencia” (SLO, Core Objectives Primary Education, p. 6)

Respecto a la naturaleza de la ciencia, poco puede decirse pues no hay contenidos explícitos. Sin embargo, lo que puede apuntarse es que en la secundaria se establece por objetivo que el estudiante aprende a trabajar con teorías y modelos llevando a cabo investigaciones sobre fenómenos físicos y químicos.

Por otro lado, respecto a la ciencias en secundaria, es importante señalar que en Holanda existe el llamado “Pacto Tecnológico 2020”. Este acuerdo consiste en aumentar considerablemente el número de egresados con algún perfil relacionado con la ciencia y la tecnología (trabajadores de la construcción, electricistas, trabajadores del metal, ingenieros, analistas de sistemas, etcétera) que trabajen en las diversas áreas necesarias para las industrias holandesas (horticultura, química, ciencias de la vida y la salud, energía, etcétera). Aunado a lo anterior, en lo que se refiere a Física y Química, en el documento “Chemistry & Physics: Fundamental for Our Future” se establece que Holanda tiene la ambición y el potencial para convertirse en uno de los países líderes en la innovación basada en el conocimiento y para ello, “debe construir sobre su fuerte y profundamente arraigada tradición de excelencia en las ciencias físicas y químicas” (Dijkgraaf Committee, 2013, p. 5). Sin duda, estos señalamientos son valiosos porque muestran que dicho país tiene claridad sobre la importancia de la alfabetización científica para el desarrollo nacional, lo cual puede derivar en que, entre sus habitantes, haya percepciones positivas en torno al papel de la ciencia.

Para los holandeses, es claro que la sociedad demanda urgentemente nuevas tecnologías para lidiar con los grandes retos de la sociedad como las energías renovables, el cambio climático, la escasez de materiales y el cuidado a la salud y tanto las ciencias físicas como químicas son indispensables para encontrar soluciones a estos problemas. Se sostiene que “estos retos generan nuevas y excitantes oportunidades que mejorarán la futura competitividad económica de Holanda” (Dijkgraaf Committee, 2013, p. 5). Lo anterior denota la alusión a un modelo de contexto 3 con respecto al qué enseñar de las ciencias naturales, desde el cual se busca que los contenidos de enseñanza tengan implicaciones directas y visibles en el mundo social y natural en el que se ven implicados los individuos.

### 3.2.6. Comentarios generales

La comparación entre todos los países es compleja debido a que en sólo tres de ellos se cuenta con una descripción concreta de qué se enseña respecto a las ciencias naturales. Para el resto de los países, al haber mayor libertad en cuanto al diseño curricular, sólo habrán de señalarse algunos aspectos importantes y generales.

En todos los currículos, al menos de los niveles equivalentes a la educación básica en México, no se habla estrictamente de las disciplinas tradicionales (Biología, Física y Química). En el caso de México, aunque estas disciplinas se pueden distinguir con cierta facilidad, se habla de “Ciencias Naturales” en preescolar y primaria, de “Ciencias” en secundaria (con énfasis en alguna disciplina), y en

media superior se privilegia la estructura disciplinar paradigmática de biología, física y química. En el caso de Brasil se establece el término “conocimiento del mundo”; el Proyecto 2061 de “entorno físico”, “el ambiente vivo”, “el organismo humano”, “sociedad humana”, “el mundo diseñado” y “el mundo matemático”; en Corea del Sur son “Movimiento y Energía”, “Materiales” y “Vida”; mientras que en Holanda “Hombre y naturaleza”.

Lo anterior sugiere una postura epistemológica sobre cómo se aborda el conocimiento: si sesgado y aislado o como un todo que forma parte del conocimiento científico. Las posturas epistemológicas sobre el conocimiento de las ciencias naturales tienen impacto no sólo en la definición de los contenidos de enseñanza, sino también en las imágenes que se comunican en las aulas en torno a la ciencia, los científicos y su actividad. La denominación de las asignaturas es un aspecto importante en la enseñanza de las ciencias porque, al menos desde lo declarado, se da cierto énfasis, ya sea a una introducción gradual al mundo de las disciplinas científicas, o bien a una relación más estrecha entre contexto y el conocimiento científico.

Otro aspecto importante que debe señalarse es la clara presencia de lo que entendemos como Ciencias de la Tierra en los currículos de Chile, Corea del Sur, Estados Unidos de América y Holanda. En el caso de los dos primeros países está declarado explícitamente, mientras que en el último puede ser inferido a partir de los objetivos de aprendizaje. Este asunto es contrastante porque para el caso de México (un país altamente sísmico, con volcanes activos, rodeado de mar y con dependencia económica de sus recursos naturales como el petróleo y minerales) no aparecen contenidos similares en el currículo de ciencias para la educación obligatoria.

Lo anterior merece una reflexión amplia y detallada, especialmente cuando desde los planteamientos curriculares se apela fuertemente a promover una formación científica que esté cercana al contexto de los sujetos. En estas reflexiones se debe tener presente que el hecho de incorporar contenidos de Ciencias de la Tierra al currículo de ciencias de la educación obligatoria no significa que este último se sobrecargue, sino que más bien se trata de identificar aquellos contenidos científicos escolares “pivote” o clave que permiten abordar el conocimiento de los fenómenos relacionados con el mundo de las Ciencias de la Tierra desde un carácter más científico y, por lo tanto, actuar en consecuencia. Lo anterior invita a pensar no sólo en los contenidos científicos que se incorporan en el currículo de ciencias, sino también de la organización integral de los éstos.

En el currículo de ciencias mexicano hay un ejemplo claro de currículo nulo. Mientras que en Chile, Corea del Sur y Estados Unidos de América el estudio de las Ciencias de la Tierra es explícito, resulta paradójico que una de las principales fuentes de riqueza (minerales y petróleo), de contaminación (en suelo, agua y aire) y preocupación social (escasez de agua en el país), en México sea ignorada o, en el mejor de los casos, incorporada de manera marginal, ya sea en Geografía, que no forma parte estructural de las ciencias naturales la educación básica o en algunos programas de Química de la educación media superior.

Al respecto, cabe destacar la importancia que Brasil da al estudio de aspectos relacionados con la tecnología, el interés de Corea del Sur en resaltar la identidad nacional y la fuerte presencia de la noción alfabetización científica en el currículo de Chile y Estados Unidos de América. En México, el estudio de la tecnología tiene presencia en uno de los cinco ámbitos en los que se organizan los contenidos de Ciencias Naturales en la educación básica (“conocimiento científico y conocimiento tecnológico en la sociedad”). De manera particular, en la educación básica mexicana el estudio de la tecnología se aborda en los últimos bloques de contenidos de cada

grado escolar en los trabajos por proyectos, mientras que en la educación media superior, este tipo de temas a abordar desaparece o se trata de manera menos elaborada; sin embargo, hay subsistemas de educación media superior que, dada su historia y tradición curricular, sí logran enfatizar el tratamiento de la ciencia y la tecnología de manera integrada, como lo es la Dirección General de Bachillerato Tecnológico (DGETI).

En lo que se refiere a la naturaleza de la ciencia y contextualización, si bien no se cuenta con suficiente información, es posible hacer una pequeña comparación entre todos los países considerados en el estudio (cuadro 3.7).

A partir del cuadro 3.7, se puede señalar que en Estados Unidos de América la naturaleza de la ciencia es ampliamente considerada, mientras que en Chile y México sólo se destacan el carácter provisional del conocimiento científico y su elaboración colectiva. De las propuestas curriculares aquí estudiadas, el Proyecto 2061 es la que más hincapié hace en el conocimiento de la naturaleza de la ciencia, lo cual se hace mucho más evidente en la organización, selección y tratamiento de los contenidos de enseñanza. Esta propuesta, de las aquí estudiadas, es la que declara explícitamente las ideas de la naturaleza de la ciencia que deben lograr los estudiantes. Hay que reconocer que en el campo de la Educación en Ciencias no hay consensos sobre cuáles son las ideas de la naturaleza de la ciencia que deben adquirir los estudiantes (Lederman, 2002, 2007; Osborne, *et al.*, 2003). Tener en el currículo una declaración explícita y ampliamente sustentada de la naturaleza de la ciencia, sea cual fuere la postura o las ideas a lograr, es una pieza clave para lograr una consistencia de los elementos que articulan las propuestas curriculares. Declarar en el currículo ideas claras y puntuales en torno a la naturaleza de la ciencia es una brújula que permite direccionar el sentido de la enseñanza de las ciencias en situación escolar, así como los contenidos que serán objeto de enseñanza y la forma de abordarlos en las aulas en diferentes contextos y situaciones.

**Cuadro 3.7.** Condensado de las ideas en torno a la naturaleza de la ciencia presentes en las propuestas curriculares analizadas

Eje	Brasil	Chile	Corea del Sur	EU	Holanda	México
Naturaleza de la ciencia	Se establece que el objetivo de la enseñanza es comprender qué es la ciencia, su historia y a qué se aplica.	La ciencia es un producto social de colaboración y provisional.	No hay elementos sobre este eje.	Se reconoce la relevancia de la NoS y se declara <i>que la enseñanza debe ser compatible con la naturaleza de la investigación científica.</i>	No se tiene información al respecto. Sólo se sabe que se propone el trabajo con teorías y modelos.	La ciencia es un producto social de colaboración y provisional.
Contextualización	Se habla en términos de contextualización histórica y actual.  No es posible establecer una categoría.	Modelo 1 o 2 (dependiendo del tema).  Se da una importante atención a la diversidad cultural y al estudio del país.	No se puede establecer si es modelo 1, 2 o 3. Sólo se hace referencia al estudio de aspectos locales (ríos, mares, etcétera) y de identidad.	Se establece que el aprendizaje debe darse en un entorno físico y unas condiciones de vida.	Sólo se sugiere en ciertos objetivos que se relacionen los conceptos con aspectos de la vida diaria.	Modelo 1 o 2 (dependiendo del tema).

Por otro lado, la información relacionada con la contextualización indica que en la mayoría de los países se hace referencia al estudio de aspectos locales o de la vida cotidiana; sin embargo, no se cuenta con información suficiente para definir algún tipo de modelo de acuerdo con la propuesta de Gilbert (2006). En los casos particulares de Chile y México, se identifica fácilmente una contextualización correspondiente a los modelos 1 o 2, dependiendo del nivel o asignatura. Sin embargo, un aspecto que llama la atención, es que en todos los currículos de ciencias naturales de los países aquí considerados se alude, de una manera u otra, a temas asociados con la salud, biodiversidad y sustentabilidad. Los temas de salud se ven reflejados principalmente en la propuesta curricular mexicana de ciencias para los niveles de educación básica (preescolar, primaria y secundaria) y dejan de tener presencia en las propuestas curriculares de los subsistemas de educación media superior que fueron considerados para el estudio.

En cuanto a los países que pueden compararse más puntualmente con respecto al qué contenidos científicos enseñar, observamos en la tabla 3.2 que tanto en Chile como en México hay una predominancia de los temas de Biología, mientras que en Corea del Sur predominan los de Física; en este país hay un claro equilibrio entre los temas de Biología como para los de Ciencias de la Tierra. Es también evidente que en México hay un menor interés por temas de Química, asunto importante pues es una disciplina necesaria para la comprensión y desarrollo de industrias como la petrolera, minera o farmacéutica, que históricamente han sido importantes para el desarrollo del país.

**Tabla 3.2.** Comparativo de las unidades temáticas que se proponen en los currículos para enseñar ciencias

País	Total de unidades	Biología	Física	Química	Ciencias Tierra y el Universo	Interdisciplina
Chile	46	16	10	12	8	0
Corea del Sur	67	16	17	18	16	0
México	52	19	15	14	0	4

Respecto a los temas que se abordan en cada una de las disciplinas es posible realizar un comparativo entre los tres países. A manera de ejemplo, en el cuadro 3.8 se muestra la comparación para los contenidos de Biología. Lo que se puede observar en las tres disciplinas es que los temas correspondientes a los primeros tres años de la Educación Básica (3° a 6°) son muy similares entre los tres países. En el caso de México, en el correspondiente a Biología, además de los temas disciplinarios como plantas, animales, ecosistemas y cuerpo humano, se hace énfasis en la salud, específicamente en la alimentación. Otra cosa que se puede observar es que a partir del 7° grado hay cambios con respecto a México: en el caso de Chile y Corea del Sur se mantiene el estudio de las tres áreas (Biología, Física y Química), la cantidad de contenidos en cada año, así como la linealidad del currículo (pues no hay repetición de temas y aumenta la complejidad de éstos). En Chile y Corea del Sur los temas van aumentando de complejidad conforme se avanza en los niveles educativos, pero más o menos se mantiene el número de temas estudiados.

**Cuadro 3.8. Comparativo de los contenidos de enseñanza propuestos en los currículos de carácter nacional**

Grado	Chile	Corea del Sur	México
3º (9 años)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partes, funciones y cambios de una planta.</li> <li>Las plantas como fuente de alimentación, respiración, refugio y protección para otros seres vivos. Plantas medicinales. Diversidad de plantas de nuestro país.</li> <li>Papel de los alimentos en el ser humano: alimentos beneficiosos y perjudiciales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo de vida de los animales.</li> <li>Mundo animal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo mantener la salud? Me reconozco y me cuido.</li> <li>¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Soy parte del grupo de los animales y me relaciono con la naturaleza.</li> </ul>
4º (10 años)	<ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema esquelético, muscular y nervioso: sus estructuras y funciones.</li> <li>Características de los ecosistemas. Acción del ser humano sobre los ecosistemas.</li> <li>Las características de los principales tipos de ecosistemas chilenos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo de vida de las plantas.</li> <li>Mundo de las plantas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo mantener la salud? Fortalezco y protejo mi cuerpo con la alimentación y la vacunación.</li> <li>¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Los seres vivos formamos parte de los ecosistemas.</li> </ul>
5º (11 años)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niveles de organización de los seres vivos. Alimentos y su relación con las actividades vitales.</li> <li>Sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio: estructuras y función. Agentes infecciosos causantes de enfermedades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y funciones de las plantas.</li> <li>Mundo de los microorganismos</li> <li>Cuerpo humano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo mantener la salud? Prevengo el sobrepeso, la obesidad, las adicciones y los embarazos.</li> <li>¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Los seres vivos son diversos y valiosos, por lo que contribuyo a su cuidado.</li> </ul>
6º (12 años)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función del sistema reproductor femenino y masculino.</li> <li>Efectos y consecuencias del consumo de drogas, factores de protección y medidas de prevención.</li> <li>Requerimientos nutricionales de los organismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ecosistemas y ambientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo mantener la salud? Desarrollo de una vida saludable.</li> <li>¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Cambiamos con el tiempo y nos interrelacionamos, por lo que contribuyo a cuidar el ambiente para construir un entorno saludable.</li> </ul>
7º (13 años)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función de los seres vivos: sexualidad humana, consumo de drogas y autocuidado.</li> <li>Organismos, ambiente y sus interacciones: ciclos biogeoquímicos e interacciones biológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organización y diversidad de los organismos vivos.</li> <li>Nutrición de plantas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La biodiversidad: resultado de la evolución.</li> <li>La nutrición como base para la salud y la vida.</li> <li>La respiración y su relación con el ambiente y la salud.</li> <li>La reproducción y la continuidad de la vida.</li> </ul>
8º (14 años)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función de los seres vivos: estructura celular y requerimientos nutricionales.</li> <li>Organismos, ambiente y sus interacciones: origen y evolución de la vida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digestión y circulación.</li> <li>Respiración y excreción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(No hay Biología.)</li> </ul>

Grado	Chile	Corea del Sur	México
9º (15 años)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y función de los seres vivos: estructura y función de la célula.</li> <li>• Organismo, ambiente y sus interacciones: flujos de materia y energía en el ecosistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimulo y respuesta.</li> <li>• Reproducción y desarrollo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (No hay Biología.)</li> </ul>
10º (16 años)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y función de los seres vivos: genética y reproducción celular.</li> <li>• Estructura y función de los seres vivos: hormonas y reproducción humana.</li> <li>• Organismos, ambiente y sus interacciones: dinámica de poblaciones y comunidades biológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herencia y evolución.</li> <li>• Ciencias de la vida y el futuro de la especie humana.</li> <li>• Energía en la naturaleza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoces a la biología como la ciencia de la vida.</li> <li>• Identificas las características y los componentes de los seres vivos. Reconoces a la célula como unidad de la vida.</li> <li>• Describes el metabolismo de los seres vivos.</li> <li>• Valoras la biodiversidad e identificas estrategias para preservarla.</li> <li>• Identificas los tipos de reproducción celular y de los organismos, y su relación con el avance científico.</li> <li>• Reconoces y aplicas los principios de la herencia.</li> <li>• Valoras las aportaciones más relevantes de la biotecnología.</li> <li>• Describes los principios de la evolución biológica y los relacionas con la biodiversidad de las especies.</li> <li>• Conoces los principios estructurales y funcionales de los seres vivos y los comparas con otros organismos del reino animal.</li> <li>• Reconoces a las plantas como organismos complejos de gran importancia para los seres vivos.</li> </ul>

En México la división de las asignaturas por disciplina científica comienza en la secundaria y quizá, como consecuencia, el aumento de temas en cada grado escolar. También se empieza observar la “espiralidad” del currículo mexicano pues se repiten temas (no siempre aumentando su complejidad): se evidencia el hecho de que a partir de la secundaria se desconfió del conocimiento adquirido en el nivel educativo anterior.

Si observamos la *Estructura sustantiva de las propuestas curriculares* y la comparamos con la de cada país, observamos que, en México, es la primera la que predomina en el diseño curricular de ciencias naturales; en Chile esta relación es menos clara y en Corea del Sur no aparece. Particularmente para este último país, si bien se estudian los temas propuestos por el Ministry of Education and Human Resources Development, no se sigue la secuencia y los temas se abordan a lo largo de toda la educación, no sólo en un nivel educativo como en la secundaria o los primeros años del bachillerato en México. Somos fieles seguidores de la Estructura Curricular Paradigmática de las tres principales ciencias. En términos de contexto, el currículo de ciencias mexicano corresponde en su mayoría al modelo 1 de Gilbert (2006), puesto que la mayoría de los contenidos de enseñanza están muy asociados a las disciplinas y dejan poca libertad al tratamiento y relación

de los mismos con el contexto de los individuos. Sin embargo, algunos de los currículos aquí considerados no se basan en las disciplinas (Proyecto 2061 o como lo está dejando de hacer, por ejemplo, Finlandia). Es un asunto complejo y merece una amplia reflexión, pero parece que las disciplinas aisladas apelan al pasado y la interdisciplina al futuro. Recordando el “Menos es más” del Proyecto 2061, en el que se considera preferible aprender pocos contenidos bien, antes que muchos y mal, propiciar la profundidad y la conexión de y entre los contenidos, así como diseñar y consensuar un currículo como el de Holanda, sería lo adecuado.

Por otro lado, hay que resaltar la búsqueda en México de espacios curriculares interdisciplinarios, particularmente en la Educación Básica (primaria y secundaria). En estos espacios pueden ubicarse claramente los trabajos por proyectos que se proponen al final de los bloques temáticos. La propuesta de trabajar por proyectos es un esfuerzo que se deja entrever en el currículo de ciencias de la educación básica para apelar a una enseñanza mucho más interdisciplinaria. Éstos son espacios valiosos para que los estudiantes puedan desarrollar, integrar, aplicar y practicar lo aprendido; es decir, desde el diseño hay un esfuerzo loable por favorecer la relación entre teoría y práctica. Sin embargo, diversos estudios (p. e., Gómez *et al.*, 2014; Gómez y Robledo, 2015; Blancas, 2013) señalan que en la propuesta del trabajo por proyectos de educación básica no se mantiene una visión uniforme de lo que pedagógicamente significan y del sentido y relación que tienen con respecto a los contenidos científicos escolares.

Vale la pena reflexionar en torno a la relación del *qué enseñar* y los planteamientos generales de la alfabetización científica. El análisis hasta aquí descrito denota que el tema de la alfabetización en ciencias para la educación básica está presente en todas las propuestas curriculares: claramente declarado en el currículo de Chile, Corea del Sur y Estados Unidos de América e interpretado en los programas de Brasil y México. El caso de las propuestas de Holanda y Estados Unidos de América son ejemplos de retóricas curriculares que tienden a promover, desde los contenidos de enseñanza, una alfabetización científica más apegada al desarrollo científico-tecnológico pertinente a los contextos situados individual y localmente. El caso de las propuestas de Corea del Sur, Chile y México son ejemplos de discursos curriculares que, si bien tienden a declarar como fin la alfabetización científica básica, desde los contenidos de enseñanza propuestos llegan a caer en lo disciplinar, rompiendo con dicho discurso integrador.

Desde la propuesta curricular de Corea del Sur los estudiantes deben ser capaces de desarrollar la alfabetización en ciencias necesaria para resolver con creatividad y científicamente los problemas de la vida cotidiana. Deben ser capaces de comprender los conceptos básicos y la naturaleza de la ciencia; incrementar la curiosidad y el interés por los fenómenos naturales y reconocer las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad con el fin de aplicar tales conocimientos a la resolución de problemas en la vida diaria. Asimismo, en la educación media, el estudiante debe explorar trayectorias profesionales con el bagaje de conocimientos y experiencia en varios campos, lo que vincula la educación con la preparación para el trabajo. En Estados Unidos de América se pretende que las personas sean capaces de utilizar los hábitos de pensamiento y el conocimiento de las ciencias, las matemáticas y la tecnología para pensar y dar sentido a muchas de las ideas, reclamos, y acontecimientos que enfrentan en la vida cotidiana y, en consecuencia, tomar decisiones y actuar.

Tanto en la propuesta curricular de Corea del Sur como en la de México se habla de la aplicación de los conocimientos a la resolución de problemas de la vida cotidiana. En el caso del Proyecto 2061 de Estados Unidos de América se hace especial hincapié en la naturaleza de la ciencia y en la interrelación del conocimiento. En Chile, Corea del Sur y Estados Unidos es claro, desde los contenidos

de enseñanza, el reconocimiento de la relación entre la ciencia y la tecnología y, en términos generales, se busca la comprensión de los fenómenos naturales y la aplicación de estos conceptos en la vida cotidiana a través del uso informado y reflexivo de la tecnología. Las propuestas de Brasil, Corea del Sur, Estados Unidos de América y México hacen mención de la tecnología y su relación con la sociedad. Sin embargo, la propuesta de Brasil es la única en la que se enfatiza el mundo laboral y su relación con la ciencia y la tecnología. En todos los casos, salvo en la propuesta de Holanda, se alude de una u otra manera a la contextualización de los contenidos o a la adaptación de la enseñanza de acuerdo con la diversidad de los estudiantes.

### 3.3. ¿Cómo se enseñan y evalúan las ciencias naturales en otros países?

Desde una perspectiva didáctico-pedagógica, los documentos curriculares proyectan la forma de actuación de los docentes y de los estudiantes que han de corresponderse con las concepciones sobre el campo de conocimiento a enseñar y el tipo de aprendizajes que se quieren lograr en la escuela. En este estudio se parte de la idea de que las finalidades educativas, los conocimientos a enseñar, y la manera en que se busca que los estudiantes aprendan lo establecido, están mutuamente influenciados y conjuntamente definen una propuesta curricular.

En la enseñanza de las ciencias naturales existen diversas concepciones sobre para qué enseñar ciencia a los estudiantes y qué contenidos enseñar en las aulas, estas decisiones dependen de las posibles explicaciones que se tengan sobre la naturaleza de la ciencia que se ha desarrollado a lo largo del tiempo. Sin embargo, existe un gran debate sobre la forma de organizar el proceso de enseñanza y de distribuir las actividades pues hay quienes afirman que se sabe más sobre qué es la ciencia, cómo aprenden los estudiantes que sobre cómo enseñarla (Sanmartí, 2002).

Una característica de las ciencias naturales como espacio curricular, es que además de ser asignaturas teóricas conllevan indudablemente experiencias prácticas, esta última forma de enseñanza generalmente se asocia con el contacto del entorno, el uso del laboratorio o de ambas experiencias, lo que implica que en la forma de abordarla en escuela se consideran determinados elementos didácticos que interaccionan entre sí y que permiten la trasposición de los saberes científicos al ámbito educativo con ciertas particularidades. En relación con lo anterior, los currículos internacionales presentan diferentes niveles de prescripción para la enseñanza científica y, en la medida que son más flexibles, permiten un mayor poder de decisión a los docentes de acuerdo al contexto, por ello la forma en que la didáctica de las ciencias está presente en los diferentes planteamientos curriculares se puede observar con mayor especificidad dependiendo del tipo de orientaciones educativas que brinden los documentos analizados.

Reconociendo que el trabajo escolar se organiza en torno a las preguntas sobre para qué, qué y cómo enseñar y evaluar, en este apartado se presentan algunos aspectos generales que están presentes en la propuesta metodológica para la enseñanza de las ciencias naturales en los currículos o directrices curriculares de los países seleccionados en el presente estudio.

### 3.3.1. La propuesta curricular de Brasil

El Ministerio de Educación brasileño establece, a partir de las Directrices Curriculares Nacionales Generales para la educación básica obligatoria, orientaciones específicas que los sistemas y establecimientos de enseñanza deberán considerar para elaborar y llevar a cabo su propuesta curricular, entre ellas cabe destacar algunos principios que orientan la acción pedagógica.

De manera general para la educación básica se establecen algunos lineamientos centrales que deben estar presentes en los tres niveles de la educación básica: infantil, fundamental y media. Dentro de estos lineamientos cabe resaltar que en la propuesta metodológica se da importancia al trabajo interdisciplinario, a la consideración de las necesidades e intereses de los estudiantes a partir de su proceso de desarrollo y a la vinculación de la escuela con la vida. Por ejemplo, un aspecto nodal señala que la escuela con "calidad social" adopta como elementos centrales al estudiante y al aprendizaje y para dar respuesta a las características nacionales se enfatiza que el trabajo pedagógico tendrá "consideración sobre la inclusión, la valoración de las diferencias y la atención a la pluralidad y a la diversidad cultural" (Resolución CNE/CEB 4/2010, Art. 9).

Con respecto a la evaluación se alude a que su importancia radica en que permite observar la progresión continua de los aprendizajes de los estudiantes, y su enfoque se orienta hacia su función diagnóstica y formativa reconociendo que existe una evaluación de corte cuantitativo, pero que se debe orientar la evaluación a los aspectos más cualitativos y de manera integral, reconociendo que sus referentes son el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y emociones que los sujetos proyectan para sí. De tal manera que el estudiante pueda reflexionar y retroalimentar su aprendizaje y se promueva su autonomía.

En los lineamientos que se señalan sobre las características que deben tener las prácticas pedagógicas en los sistemas de enseñanza, se pueden observar las concepciones que subyacen con respecto a las formas en que los estudiantes aprenden de acuerdo con su desarrollo y también a la concepción sobre el aprendizaje de las Ciencias Naturales. En cada nivel de la educación básica se mencionan aquellos procesos y acciones que conducirán al estudiante hacia el aprendizaje que han de ser valorados en función de los propósitos que se persiguen.

En la *Educación Infantil* el trabajo escolar se orienta a que los niños interaccionen entre ellos y con el medio, también que se propicie el juego durante su permanencia en este espacio educativo, de forma que se garanticen experiencias que "incentiven la curiosidad, la exploración, el asombro, el cuestionamiento, la indagación y el conocimiento de los niños en relación al mundo físico y social, al tiempo y a la naturaleza". Además, se deben generar actividades que "promuevan la interacción, el cuidado, la preservación y el conocimiento de la biodiversidad y de la sustentabilidad de la vida en la Tierra, así como el no desperdicio de los recursos naturales". (Resolución CNE/CEB 5/2009, Art. 9). También en este nivel educativo y atendiendo a la diversidad étnica y social del país, en las directrices curriculares que se emiten en la *parte diversificada* de estos documentos se enuncia como aspecto central que:

Las propuestas pedagógicas [...] deben: reconocer los modos propios de vida en el campo como fundamentales para la constitución e identidad de los niños moradores en territorios rurales; tener vinculación inherente a la realidad de esas poblaciones, sus culturas, tradiciones e identidades, así como a prácticas ambientalmente

sustentables; valorar y evidenciar los saberes y el papel de esas poblaciones en la producción de conocimientos sobre el mundo y sobre el ambiente natural (Brasil, Resolución CNE/CEB 5/2009).

Lo anterior da cuenta de la importancia que se le otorga, por parte de los lineamientos curriculares brasileños, a las formas de enseñanza en esta etapa infantil buscando promover el contacto del niño con el ambiente, considerar el medio en que está inmerso y la apertura a los conocimientos locales en la generación de otros saberes.

En relación con *la evaluación* de este nivel educativo, se propone realizarla mediante el acompañamiento y el registro del desarrollo del niño por lo que se deben llevar a cabo procedimientos para observar las actividades, los juegos e interacciones de los niños y la progresión de los aprendizajes de acuerdo con los diferentes momentos de desarrollo por lo que transitan los estudiantes. Así la evaluación desempeña la función de ser un proceso de carácter formativo porque se lleva a cabo durante el aprendizaje del niño, al tiempo que permite retroalimentarlo y mejorar sus logros con respecto a la enseñanza de las ciencias.

De manera general a nivel de declaración oficial, se presenta consistencia entre los planteamientos sobre la forma de conducir el aprendizaje, así como la forma de valorar los logros de los estudiantes, ya que ambos procesos buscan atender al desarrollo del niño, las interacciones que tiene con su entorno—incluyendo a sus pares—y el juego como intervención metodológica y su consideración para una valoración del progreso personal en función de los propósitos planteados.

Con respecto a la *Enseñanza Fundamental* cabe mencionar que, en los lineamientos para la parte diversificada, se enuncia que para que el aprendizaje sea relevante y socialmente significativo, el docente—como principal guía del trabajo de aula—deberá reconocer y valorar la experiencia del estudiante y de su cultura, el ambiente natural y las prácticas ambientales sustentables, así como proveerles de instrumentos para el análisis de la realidad que les permitan acceder a niveles universales de explicación de los fenómenos y puedan transitar entre su realidad y cultura a otras diferentes. Es decir, en estos lineamientos se reconoce que las características de los estudiantes, así como el contexto del que forman parte, son valiosas para establecer un vínculo entre el conocimiento del que han participado socialmente y los nuevos aprendizajes que se quieren lograr.

Las directrices curriculares tanto para la base nacional común como para la parte diversificada proponen considerar las características propias del desarrollo de los estudiantes, por lo que la organización del trabajo pedagógico deberá considerar una mayor flexibilización en los tiempos y espacios escolares para que los niños activen el pensamiento y desarrollen actitudes investigativas. En este sentido se sugiere al docente implementar diversas formas de trabajo que permitan a los estudiantes tener mayor libertad y movilidad dentro de los salones de clase, así como utilizar materiales que les ofrezcan oportunidades de reflexionar, manipular y explorar sus características y propiedades (Resolución CNE/CBE7/2010).

Dentro de las mismas directrices curriculares, la evaluación de los estudiantes es considerada parte fundamental del desarrollo curricular, debido a que se le considera como orientadora de la acción pedagógica, de tal suerte que debe ser procesual, participativa, continua, formativa, acumulativa y diagnóstica, así como utilizar diferentes procedimientos e instrumentos para llevarla a cabo. Desde la prescripción se asume una evaluación integral que atiende al proceso, así como

la participación de todos los involucrados para un seguimiento continuo de los aprendizajes que van logrando los estudiantes. Además, dos aspectos que merecen especial atención refieren que en la evaluación han de predominar los aspectos cualitativos del aprendizaje (desarrollo de habilidades, actitudes, articulación de conocimientos) más que los cuantitativos (asignación de una calificación asociado a lo que se aprende), y que deben privilegiarse los resultados a lo largo del periodo escolar por sobre los exámenes finales.

En relación con la *Enseñanza Media*, este nivel educativo se articula con los dos niveles anteriores al sostener también como principio pedagógico que, para propiciar el aprendizaje de los estudiantes, deben considerarse las diferentes características socioculturales, las formas en las que aprenden los estudiantes y sus intereses para estimular la iniciativa y la construcción de nuevos saberes.

Un rasgo importante del marco normativo brasileño para el diseño curricular es el que las escuelas o unidades escolares deberán tener como principio educativo “el trabajo” y como principio pedagógico “la investigación”. El primero es importante para “la comprensión del proceso histórico de producción científica y tecnológica, desarrollada y apropiada socialmente para la transformación de las condiciones naturales de vida y la ampliación de las capacidades, de las potencialidades y de los sentidos humanos” (Resolución CNE/CEB 2/2012). Por su parte, el principio pedagógico de investigación pretende que el estudiante sea el protagonista de ésta y que reconstruya los conocimientos a partir de la búsqueda de respuestas en un proceso autónomo. De lo anteriormente señalado, se sostiene que durante este nivel educativo se busca integrar en la educación: el trabajo, la ciencia, la tecnología y la cultura.

De igual forma para crear un ambiente propicio para el aprendizaje, que sea relevante y socialmente significativo se busca atender a la contextualización y la relación entre las diferentes áreas de conocimiento (Lenguas, Matemáticas, Ciencias Humanas y Ciencias Naturales), por lo que se propone desde el marco normativo “contemplar [...] un tratamiento metodológico que evidencie la contextualización y la interdisciplinariedad u otras formas de interacción y articulación entre diferentes campos del saber” (Resolución CNE/CEB 2/2012, Art. 8). Por ejemplo, se plantea que se lleven a cabo “actividades integradoras artístico-culturales, tecnológicas y de iniciación científica, vinculadas al trabajo, al medio ambiente y a la práctica social” y “el estudio y desarrollo de actividades socio-ambientales, conduciendo la Educación Ambiental como una práctica educativa integrada, continua y permanente” (Resolución CNE/CEB 2/2012, Art. 16). Aunado a lo anterior, es importante señalar que en la propuesta curricular de Brasil para los diferentes niveles educativos se busca establecer una relación entre lo que se enseña en la escuela y las circunstancias de la que participa el estudiante.

Como aspecto importante para la enseñanza de la ciencias se declara que se debe atender a “la problematización como instrumento de incentivo a la investigación, a la curiosidad por lo inesperado y al desarrollo del espíritu creativo”, considerar “el aprendizaje como proceso de apropiación significativa de los conocimientos, superando el aprendizaje limitado a la memorización” y “la utilización de diferentes medios como proceso de dinamización de los ambientes de aprendizaje y construcción de nuevos saberes” (Resolución CNE/CEB 2/2012, Art. 16). Cabe destacar que en esta propuesta curricular se pretende la articulación entre la teoría y la práctica, vinculando el trabajo intelectual con las actividades prácticas o experimentales; por ello se considera adecuar los recursos físicos y organizar los espacios, equipos, biblioteca, laboratorios y otros ambientes educativos.

Siendo consistentes con las metodologías de trabajo y de evaluación del aprendizaje, se prescribe que ambas deben promover el interés e iniciativa para aprender por parte de los estudiantes. En este sentido la evaluación del aprendizaje debe considerar su función diagnóstica y atender a su carácter como proceso formativo, permanente y acumulativo. Además, se contempla el establecimiento de un Sistema de Evaluación de Educación Básica, con funciones de evaluación sistémica, certificadora y clasificatoria, a partir del Examen Nacional de Enseñanza Media (Resolución CNE/CEB 2/2012, Art. 21).

### 3.3.2. La propuesta curricular de Chile

Las bases curriculares de la propuesta nacional chilena declaran como idea fundamental un “currículo centrado en el aprendizaje” basado en “Objetivos de aprendizaje” que relacionan los conocimientos, habilidades y actitudes que los estudiantes deben lograr al término de determinado trayecto formativo. Para presentar los planteamientos pedagógicos que participan de estas prescripciones curriculares se describe una serie de orientaciones didácticas para la planeación, las unidades de aprendizaje —que presentan ejemplos de actividades—, así como la forma e indicadores para evaluar los aprendizajes.

En las bases curriculares de los diferentes niveles educativos y en sus respectivos programas de estudio, un aspecto que resalta en el desarrollo de las actividades sugeridas es la referencia al contexto chileno, ya que, para abordar las diferencias contextuales del país, se sugiere que la intervención docente deberá considerar la diversidad social, cultural, étnica y religiosa de los estudiantes, así como la de género, los ritmos de aprendizaje y los niveles de conocimiento.

Como elemento de la propuesta curricular, la evaluación forma parte del proceso de enseñanza y aprendizaje, en ella se alude a sus funciones, momentos y agentes para el logro de los objetivos propuestos; se reconoce su papel central desde el planteamiento de las orientaciones didácticas generales, para la planificación y en las actividades sugeridas.

De manera particular en la *Enseñanza General Básica*, los programas de estudio de Ciencias Naturales establecen que en el trabajo escolar tienen “relevancia aquellos procedimientos inherentes a la actividad científica como el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, la observación sistemática, la realización de experimentos, el registro y análisis de información y la puesta en común de ideas en forma colectiva” (Chile, primaria, p. 31)

Así, en el caso de la educación en Ciencias Naturales de *1º a 6º grado básico*, se plantean una serie de orientaciones didácticas para desarrollar el interés y el asombro de los estudiantes por la ciencia, el pensamiento científico y las habilidades de investigación científica —como la observación—, de tal forma que la intervención pedagógica promueva que los estudiantes tengan experiencias que los involucren directamente con el entorno y los fenómenos científicos: “convertir la sala de clases en un laboratorio de Ciencias” y “exponer a los estudiantes a gran cantidad de actividades experimentales” (MINEDUC, CN 1º Básico, p. 40). Para llevar a cabo lo anterior, se deberá promover permanentemente el trabajo individual y colectivo sobre la exploración e investigación experimental, considerando también la no experimental.

Como parte de la promoción del aprendizaje en esta asignatura se deberán considerar las experiencias e ideas previas de los estudiantes, realizar preguntas, llevar a cabo grupos de discusión

y utilizar las TIC (MINEDUC, CN 1º Básico, pp. 39-41). Como estrategia didáctica se sugieren una serie de actividades para los objetivos de aprendizaje de cada unidad, un ejemplo de ello es que se sugiere que los estudiantes “investigan y leen en diversas fuentes (libros, internet, revistas, etcétera) sobre el comportamiento y la utilidad de algunos materiales en estado gaseoso como por ejemplo el helio, el oxígeno” (MINEDUC, CN 4º Básico, p. 69). “Los estudiantes obtienen una foto, un dibujo o una imagen de un paisaje de internet, revistas, diarios u otros medios. La recortan y pegan en su cuaderno. Rotulan los componentes del paisaje escogido e identifican en qué estado se encuentran [...]” (Chile, 6º primaria, p. 140). “Indagan sobre la forma de utilizar los conceptos de ‘temperatura’ y ‘calor’ en situaciones cotidianas y en situaciones científicas. Finalmente definen con sus palabras los conceptos de temperatura y calor (MINEDUC, 6º Básico, p. 149).

Como puede observarse a partir de las actividades anteriores, parte de su enfoque metodológico corresponde al eje sobre los trabajos prácticos desde la perspectiva de la investigación científica, en donde existe una mayor frecuencia de la investigación experimental, pero también se contempla en 4º y 6º grado la investigación bibliográfica. Además, en todos los grados se contempla la perspectiva experiencial para que los estudiantes interaccionen con los procesos y fenómenos naturales.

Con respecto al eje sobre la evaluación, en la propuesta curricular se sugiere desarrollar oportunidades para conocer el trabajo individual y colectivo de los estudiantes y llevar a cabo la evaluación diagnóstica y formativa como herramientas que permiten identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre las ciencias, así como las diferentes necesidades y niveles de aprendizaje. Por ejemplo, en el programa de Ciencias Naturales (1º a 6º Básico) se plantea que “el profesor promueva la evaluación de conocimientos y habilidades científicas aplicadas a distintos contextos cercanos de los estudiantes”; se “recomienda el uso de una variedad de instrumentos de evaluación aplicables durante el proceso de aprendizaje” y se destaca que “las actitudes científicas también deben ser evaluadas”, en especial “la capacidad de trabajar en equipo” (MINEDUC, CN 1º Básico, p. 43).

En las orientaciones para evaluar los aprendizajes, además de considerar la evaluación diagnóstica y formativa, también se debe atender la autoevaluación y coevaluación, de tal forma que la evaluación debe tener como propósito: “medir el progreso en el logro de los aprendizajes, ser una herramienta que permita la autorregulación del estudiante y proporcionar información que permita [...] retroalimentar la enseñanza” (MINEDUC, CN 1º Básico, p. 21).

Lo anterior da cuenta, de que, al menos en las prescripciones curriculares, se le da un papel protagónico al estudiante al hacerlo participe de la valoración de sus logros, de los aspectos a reforzar o mejorar, así como contribuir al aprendizaje de sus compañeros, y sobre todo considerando la enseñanza del conocimiento científico, permitir al maestro repensar su labor en este campo.

Por su parte, en los programas de estudio de los grados de 7º. y 8º. *Básico* para esta asignatura, se continúa la formación de los estudiantes considerando las tres formas de enseñanza del eje sobre los trabajos prácticos: ejercicios, experiencias e investigaciones porque se promueve una “formación científica moderna” que integra en el trabajo los elementos conceptuales y la apropiación de los procesos, las habilidades y las actitudes características del quehacer científico”. Para ello las orientaciones didácticas se enfocan en el “conocimiento de la investigación científica”, de tal manera se declara que “la enseñanza de la ciencia como indagación considera todas las actividades y procesos utilizados por los científicos y también por los estudiantes para comprender el mundo que nos rodea” (MINEDUC, CN 7º Básico, pp. 25-28).

También como estrategias generales de trabajo en el aula se proponen, además de realizar actividades individuales y colectivas de experimentación o de investigación en diferentes fuentes, realizar “trabajo en terreno con informe de observaciones” y “desarrollo de proyectos de investigación y tecnológicos”; por ejemplo:

Esta unidad genera un espacio privilegiado tanto para el desarrollo de actividades experimentales, en lo referente al comportamiento de los gases, como también en la utilización de recursos informáticos que potencien la modelación y conocimiento del átomo y de experiencias de laboratorio virtuales y su vinculación con las TICs (MINEDUC, 8º Básico, p. 41).

Los siguientes ejemplos nos permiten observar el tipo de actividades que se sugieren relacionados con los ejercicios prácticos y experiencias del eje robusto de trabajos prácticos:

- 1) Para el tema “Una reacción química genera nuevas sustancias” se propone: “Luego de que el docente introduce y explica el concepto de reacciones químicas a través de ejemplos, los estudiantes experimentan con ellas” (MINEDUC, 7º Básico, p. 42).
- 2) Para el tema “Reacción de combustión”, los estudiantes “Observan detenidamente una vela apagada y luego encendida, discuten sobre el proceso de combustión” (Chile, 7º Básico, p.43);
- 3) Para el tema “La materia se conserva en una reacción química”, se presenta el siguiente comentario: “Luego de que el profesor les da ejemplos de reacciones químicas, realizan el siguiente experimento [...]” (MINEDUC, 7º Básico, p. 44).

Como se puede observar, el trabajo científico escolar se orienta a realizar observaciones sobre determinados fenómenos o experimentos que les permitan a los estudiantes realizar comprobaciones sobre las teorías o conceptos relacionados con este campo formativo.

En este trayecto formativo la evaluación desempeña las mismas funciones que se proponen para los anteriores grados educativos, destacando que en el aprendizaje:

se evalúan tanto conocimientos científicos fundamentales como procesos o habilidades de pensamiento científico, actitudes, y la capacidad para usar todos estos aprendizajes para resolver problemas cotidianos e involucrarse en debates actuales acerca de aplicaciones científicas y tecnológicas en la sociedad (MINEDUC, CN 7º Básico, p. 29).

Lo anterior refiere también al modelo 2 de contexto sobre la interacción ciencia, tecnología y sociedad. Como parte de las planificaciones de las unidades se debe crear una evaluación sumativa, idear una herramienta de diagnóstico al inicio de las mismas y generar un sistema de seguimiento de los “Aprendizajes Esperados”, especificando los tiempos y las herramientas para realizar evaluaciones formativas y de retroalimentación (MINEDUC, 8º Básico, p. 18). La cita anterior permite dar cuenta de los tipos de evaluación que analiza el eje y de esta manera se puede observar que en la educación general básica en conjunto se pretende que los docentes consideren para la enseñanza de las ciencias, los conocimientos previos de los estudiantes, la progresión de sus aprendizajes y los logros que obtienen los estudiantes en relación con lo que se pretende enseñar.

Con respecto a la metodología propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias naturales para 1º y 2º Año medio (*Educación Media Superior*) se sigue dando continuidad al trabajo sobre la investigación y la experimentación a partir de ciertas orientaciones, por ejemplo:

Es recomendable que el docente se apoye en ciertas reacciones químicas de interés ambiental y pueda proponer cálculos estequiométricos a partir de disoluciones de distinta concentración y el efecto en situaciones de contaminación ambiental como la lluvia ácida. Para fortalecer esta actividad, el profesor puede trabajar experimentalmente (si cuenta con los medios en el establecimiento), proponer desafíos a los estudiantes (por ejemplo, analizar el efecto de disoluciones de ácidos de distinta concentración sobre el mármol) y fomentar una discusión en torno al efecto de la lluvia ácida en el arte y las construcciones de mármol (Chile, 2º Bach, p. 45).

Sin embargo, en las orientaciones didácticas para la unidad, sobre el aprendizaje de conceptos científicos podemos señalar que se retoma la idea del cognoscitivista David Ausubel sobre que no todo el aprendizaje puede ser por exploración o descubrimiento, sino que continuamente ha de ser por exposición directa, sobre todo en este nivel educativo:

A menudo se cree, erróneamente, que la pedagogía basada en la indagación promueve que los estudiantes descubran por sí mismos todos los conceptos. Esto puede resultar adecuado en el caso de conceptos sencillos, pero podría tomar mucho tiempo cuando se trata de ideas más complejas. En estos casos, puede ser más eficiente que el profesor presente y explique los conceptos y que los estudiantes destinen más tiempo a aplicarlos en situaciones problema y realizar la indagación (Chile, 1º Bach, p. 28).

De manera general en 1º y 2º año medio se observa una metodología didáctica dirigida hacia el trabajo con el modelo de contexto 1 (que ilustra el uso y significado de los conceptos, la aplicación directa) y el modelo de contexto 2 (conceptos relacionados con sus aplicaciones, así como la manera en que éstas afectan el significado atribuido a los conceptos). Un aspecto central que se le propone al docente para la planificación de la clase refiere a considerar las ideas previas o “modelos mentales” que manejan los estudiantes sobre ciertos conceptos y fenómenos a estudiar, que no necesariamente corresponden o permiten apropiarse de los conocimientos científicos por aprender; sin embargo, estos esquemas que posee el estudiante son un recurso valioso que el docente debe considerar como punto de partida para el aprendizaje de los modelos científicamente aceptados. Dos ejemplos son:

Existe una serie de preconcepciones que comúnmente traen los estudiantes sobre diferentes aspectos de la óptica [...]. La conveniencia de detectar estas preconcepciones permite que el profesor, además de planificar y elegir el modelo de enseñanza más adecuado para movilizar estos modelos mentales, las utilice como un punto de partida para construir aprendizajes significativos.

Los docentes deben indagar sobre las ideas previas de sus estudiantes respecto del movimiento y la fuerza. [...] Ellas pueden afectar al proceso de enseñanza-aprendizaje si no se detectan y corrigen a tiempo. Será necesario planificar experiencias de aprendizaje que obliguen a los estudiantes a reconsiderarlas (Chile, 1º. Bachillerato, p. 29).

En este mismo sentido se plantea que la evaluación diagnóstica debe atender las preconcepciones científicas de los estudiantes, y se sugiere al docente generar herramientas para este tipo de evaluación y para el seguimiento y retroalimentación (evaluación formativa) de los aprendizajes escolares.

La propuesta de evaluación del sistema educativo chileno, sugiere indicadores de aprendizaje en todos los programas de estudio, un ejemplo en la educación media menciona que como resultado del aprendizaje los estudiantes:

Aplican principios de estequiometría a reacciones químicas de utilidad industrial y ambiental, por ejemplo, lluvia ácida, formación de amoníaco para fertilizantes (Chile, 1º Bach, 2011, p. 68).

De esta forma la propuesta curricular de Chile prescribe considerar la evaluación desde sus tres tipos: diagnóstica, formativa y sumativa, resaltando, dentro de la didáctica de las ciencias, atender al cambio conceptual de los conocimientos que traen los estudiantes a partir de la evaluación diagnóstica y durante la evaluación formativa para el logro de los aprendizajes deseados en la propuesta curricular.

### 3.3.3. La propuesta curricular de Corea del Sur

La propuesta curricular coreana se asume como un currículo de carácter nacional, que plantea objetivos educativos y materias disciplinares; sin embargo, la propuesta metodológica no es prescriptiva en su totalidad, manteniendo características de un currículo abierto. En este sentido la propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias que plantea el Ministerio de Educación, de manera general alude a que las formas de enseñanza y aprendizaje implicadas plantean estrategias relacionadas con la propia metodología científica, en donde el aprendizaje se orienta a la comprensión profunda de los conceptos básicos de la ciencia de manera integral, así como al desarrollo de habilidades propias de la disciplina considerando también el desarrollo individual y social:

Los conceptos fundamentales de 'Ciencia' se enseñan en relación cercana a las experiencias de los estudiantes, y se les provee de oportunidades para aplicar conocimientos relacionados con la ciencia y las habilidades de indagación en la resolución de problemas de la vida diaria y la sociedad (KICE, Science Curriculum, p. 5).

El ejemplo anterior da cuenta del modelo de contexto 1 que está presente en toda la propuesta curricular y refiere a la aplicación directa de conceptos, en donde se pretende ilustrar el uso y significado de los mismos. La perspectiva sobre el aprendizaje también gira en torno al desarrollo de las habilidades básicas del quehacer científico al asentar que: "En 'Ciencia', el aprendizaje está centrado alrededor de varias actividades basadas en la indagación, incluyendo observar, experimentar, investigar, discutir, etc. de acuerdo con las habilidades de los estudiantes" (KICE, Science Curriculum, p. 6).

Asimismo, enfatiza la implementación de actividades independientes y colaborativas promoviendo actitudes científicas y habilidades de comunicación como la criticidad, la apertura al conocimiento y formas de pensamiento, la integridad, la objetividad y la cooperación.

Cabe hacer mención de que el currículo coreano también reconoce en la intervención pedagógica la importancia de atender al estudiante como sujeto de aprendizaje, sus características, los procesos cognitivos involucrados, así como la diversidad del alumnado, por ello se sugiere al docente:

Acomodar las diferencias individuales de los estudiantes en términos de habilidad, interés, etc.  
Proveer actividades centradas en el estudiante  
Hacer preguntas para estimular la motivación por el aprendizaje y la curiosidad intelectual (KICE, Science Curriculum, pp. 39-40).

Para el trabajo didáctico, la intervención del docente debe llevarse a cabo desde la planeación de las lecciones integrando los aspectos centrales para el aprendizaje de las ciencias, por ejemplo:

Elegir estrategias de enseñanza apropiadas en función del contenido de la lección, las habilidades de los estudiantes, las condiciones de los experimentos y la disponibilidad de tiempo. *Un ejemplo sobre la relación entre la ciencia y la sociedad dice:* “permitir la escritura y discusión científicas respecto a temas sociales asociados a la ciencia y contenidos científicos” (KICE, Science Curriculum, p. 38).

Además desde el inicio del curso y considerando los tiempos que se disponen, se deben elegir temas apropiados y estrategias de enseñanza para la indagación libre, así “los estudiantes deben planear ellos mismos y realizar una selección creativa de temas, hacer planes, conducir indagaciones y hacer presentaciones”, que se considera “de largo plazo” por lo que se debe “revisar frecuentemente el progreso y proveer el apropiado estímulo y consejo”, y que “con suficiente apoyo administrativo y financiero puede implementarse de manera integrada con la escuela, o como actividad extracurricular” (KICE, Science Curriculum, p. 40-41). Lo anterior denota que en este espacio curricular se pretende otorgar al estudiante cierta libertad en la selección del tratamiento metodológico para el aprendizaje científico, ya sea al interior del aula y en otros espacios que promuevan su interés por las ciencias. En general, la propuesta metodológica plantea el diseño y uso de diversas estrategias de enseñanza y aprendizaje como lecturas, elaboración de proyectos de investigación, prácticas de campo, discusión en grupos, entre otros.

Mención especial requiere el trabajo en el laboratorio para la práctica experimental, en donde se explicita el tipo de medidas que han de considerarse para su uso:

El docente debe “instruir a los estudiantes en el manejo de equipo de laboratorio por adelantado, y enseñar medidas de seguridad en el laboratorio para prevenir accidentes”, dar instrucciones para “evitar la contaminación de ambientes” así como “respetar los seres vivos” (KICE, Science Curriculum, p. 40).

Como puede notarse, lo anterior es un claro ejemplo de la perspectiva de los “ejercicios prácticos” que refieren —entre otras actividades— a los procedimientos para capacitar a los estudiantes sobre la seguridad o separación de residuos producidos en dichos espacios. Por otro lado, es importante mencionar que, en la revisión de las propuestas curriculares, se encontró que Corea del Sur es el único país que refiere de manera explícita la enseñanza de las ciencias con el uso de laboratorios virtuales, ya que menciona que en la práctica experimental se debe “dar prioridad a las actividades de manipulación directa y utilizar apropiadamente el laboratorio asistido con computadoras (KICE, Science Curriculum, pp. 39-40). Asimismo, se observa en esta cita una posición

sobre el trabajo didáctico dirigido por las “experiencias” que implican la observación, así como el contacto y manejo de objetos.

Un aspecto que resalta en esta propuesta refiere que, para fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, las escuelas deben asignar recursos suficientes para el establecimiento de laboratorios y aulas de ciencia. Para apoyar la enseñanza de las ciencias, se sugiere una serie de materiales de diversa índole que va desde el aprovechamiento de los que se encuentran en el medio, hasta los relacionados con las nuevas TIC. Así, por ejemplo, se indica que en el proceso de enseñanza se deberán:

Utilizar objetos y materiales relacionados a la ciencia avanzada disponibles en el entorno.

Preparar materiales necesarios al nivel escolar para acomodar apropiadamente la indagación libre

Hacer listados de lecturas sobre ciencia.

Preparar modelos, materiales audiovisuales, software y contenido de Internet (KICE, Science Curriculum, pp. 38-39).

Como parte de los lineamientos curriculares, la propuesta de evaluación se describe al final de los programas de estudio. En este sentido, se observa en la propuesta curricular que la evaluación cumple las funciones de carácter formativo y sumativo: “La evaluación se lleva a cabo mediante el uso de varios métodos [...]; en particular, la evaluación de la ‘indagación libre’ debe basarse menos en exámenes de lápiz y papel y más en listas de cotejo, reportes escritos, etc.”, y “los datos obtenidos mediante la evaluación se utilizan para planear las lecciones, mejorar las estrategias de enseñanza y guiar las trayectorias de los estudiantes” (KICE, Science Curriculum, p. 41).

La evaluación del aprendizaje se centra en los conocimientos, las habilidades y las actitudes científicas, de tal manera que los estudiantes demuestren: el entendimiento de los conceptos básicos y la habilidad para aplicarlos, la habilidad para indagar y su aplicación para resolver problemas de la vida diaria, y el interés en la ciencia, el reconocimiento de los valores científicos, la participación activa en el aprendizaje de la ciencia, la colaboración, la disposición para resolver problemas de manera científica, y el desarrollo de la creatividad como principales logros de aprendizaje (KICE, Science Curriculum, p. 41). De manera general, el currículo coreano plantea la enseñanza de las ciencias basado en ejercicios prácticos, experiencias e investigaciones (principalmente experimentales más que documentales), como se notará a continuación.

### **3.3.4. La propuesta curricular del Proyecto 2061 de Estados Unidos de América**

Es importante recordar que en Estados Unidos de América no hay un currículo de carácter nacional, sino que cada uno de los estados miembros y distritos escolares seleccionan o diseñan sus documentos curriculares, lo que hace que exista una gran diversidad de propuestas en este sentido. Por ello en este estudio se consideró el Proyecto 2061, que presenta una concepción sobre la enseñanza de la ciencia necesaria para la formación de generaciones presentes y futuras.

Cabe destacar que en esta propuesta curricular está presente un principio básico: la forma de enseñar ciencias es tan importante como lo que deben aprender los estudiantes. En este sentido, se sostiene que no es necesario enseñar cada vez más cantidad de temas y contenidos, sino enseñar

menos información con mayor profundidad, lo que implica una concepción de aprendizaje como proceso gradual, que requiere tiempo para que los estudiantes se apropien del conocimiento.

Algunos principios sobre el aprendizaje que deben considerarse parten de que la información y los conceptos que aprenden los estudiantes están influenciados por los conocimientos previos que poseen. Asimismo, el aprendizaje implica no sólo establecer conexiones entre la nueva información y la existente, sino que con frecuencia se requiere de la reestructuración radical del propio pensamiento; es decir, para que haya aprendizaje, el estudiante debe atribuirle significado a lo que aprende con relación a su sistema de pensamiento.

Igual atención merece la “experiencia directa”, ya que se busca acercar a los estudiantes al conocimiento a partir de objetos concretos y accesibles a sus sentidos, para que a partir de diversas experiencias puedan comprender conceptos abstractos, símbolos, acceder al razonamiento lógico y establecer generalizaciones; sin embargo, de acuerdo a la propuesta norteamericana hay que ser precavido sobre el tipo y uso que se les da a las actividades prácticas:

En su afán comprensible para alejarse de la aburrida ‘ciencia libresca’, los educadores y otros grupos han presionado para tener un aprendizaje más ‘práctico’, lo que a veces implica, sin embargo, que los estudiantes aprenderán bien sólo mediante la manipulación de objetos físicos. La experiencia práctica es importante, pero no garantiza acceder a significados. Es posible tener habitaciones llenas de estudiantes que hacen interesantes y agradables actividades prácticas que no les llevan, conceptualmente, a ninguna parte. El aprendizaje también requiere de la reflexión que ayude a los estudiantes a dar sentido a sus actividades. Las actividades prácticas que más contribuyen al aprendizaje son aquellas que forman parte de un plan bien pensado sobre cómo los estudiantes aprenderán a lo largo del tiempo (Proyecto 2061, p. 320).

A partir de la cita anterior, también cabe recuperar el presupuesto que expresa que lo que se practica es lo que se aprende, por ello es fundamental trabajar ante situaciones novedosas, que a los estudiantes se les permita pensar de manera crítica, analizar y comunicar ideas, argumentar lógicamente, trabajar en grupo en diversas ocasiones y contextos, que es el tipo de pensamiento y actuación propios de este campo de conocimiento. Se busca, además, que el aprendizaje del conocimiento científico sea de una mayor profundidad y relevancia, que los hechos y los conceptos se comprendan más de lo que se memoricen, y que se establezca interrelación entre los ámbitos y disciplinas científicas.

En este mismo sentido, la enseñanza debe ser compatible con la naturaleza propia de investigación científica; el conocimiento se debe abordar con preguntas o fenómenos de interés para los estudiantes y no ajenos a sus esquemas de conocimiento, es necesario que se acerquen a los objetos que los rodean, observarlos, manipularlos, describirlos, cuestionarse sobre ellos, argumentar sobre éstos, tratando de encontrar respuestas a sus planteamientos, ello implica involucrarlos activamente a partir de brindarles ricas y variadas experiencias que les permitan:

reunir, clasificar y catalogar; observar, tomar notas y hacer bosquejos; entrevistar, votar, encuestar; [...] usar lupas, microscopios, termómetros, cámaras y otros instrumentos comunes. [...] hacer disecciones; medir, contar, hacer gráficas y calcular; explorar las propiedades químicas de las sustancias comunes; plantar y cultivar; y

observar de manera sistemática la conducta social de los seres humanos y otros animales. Entre estas actividades, ninguna es más importante que la medición, donde imaginarse qué medir, qué instrumentos usar, cómo verificar la exactitud de las mediciones y cómo configurar y darle sentido a los resultados son en gran medida el corazón de la ciencia [...] (Proyecto 2061).

Como puede observarse en esta propuesta curricular, la enseñanza de las ciencias tiene una fuerte tendencia hacia un enfoque centrado en el trabajo experimental y la indagación desde el campo del quehacer profesional del mundo científico. La enseñanza de la ciencia debe reflejar los valores científicos como la curiosidad, creatividad, el hábito de plantear preguntas y buscar respuestas, mantener una mente abierta en contraposición al dogmatismo y promover respuestas estéticas sobre el conocimiento científico.

En otro orden de ideas, se debe promover que los estudiantes enfrenten diversidad de problemas, que las actividades propuestas logren la satisfacción intelectual, así como recuperar las ideas científicas en el contexto histórico (que refiere al modelo 2 sobre la reciprocidad entre conceptos y aplicaciones y que podría presentar rasgos del modelo 3 como las circunstancias sociales del eje robusto sobre el contexto):

Es importante para los estudiantes adquirir conciencia de que las mujeres y las minorías han hecho aportaciones importantes a pesar de las barreras puestas en su camino por la sociedad; que las raíces de la ciencia [...] yacen en las antiguas culturas egipcia, griega, árabe, china, y que los científicos confieren a su trabajo los valores y prejuicios de la cultura que viven (Ciencia para todos, p. 208)

El proyecto 2061 está orientado hacia la interdisciplina, en este sentido: "El conocimiento interconectado debe permitir el diseño de actividades para que los estudiantes reconozcan las relaciones entre las ciencias, las matemáticas y las tecnologías, y entre éstas y otros esfuerzos humanos" (Proyecto 2061, p. 320), por lo que se sugiere que la coherencia en las experiencias de aprendizaje de los estudiantes tiene que ser más que una colección de temas diversos, ya sea por temas específicos (por ejemplo, todo sobre el salmón), por encabezamientos temáticos disciplinarios (principios de Química) o por actividades diversas ("cosas interesantes para los niños que hacer") (Proyecto 2061, p. 320).

En el Proyecto 2061, la propuesta de evaluación se hace más explícita en el documento denominado *Blueprints*; en él pueden reconocerse algunos principios que orientan la valoración del proceso y los resultados, así como la función que cumple la evaluación, quiénes participan y qué aspectos se consideran. En este documento es posible identificar la sugerencia de una evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. Con respecto a las actividades de evaluación de la ciencia, se expresa que también pueden ser ocasiones para el aprendizaje. En lugar de dedicar tiempo para probar hechos memorizados juntos, los profesores y los estudiantes, pueden diseñar evaluaciones que se pueden articular con el plan de estudios.

Para la evaluación de los estudiantes, estos deben medirse en relación a la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el mundo, más que en su capacidad de "vomitar hechos". Por ejemplo, en una clase de biología de noveno grado se podría dar un artículo de prensa que describa los resultados de un reciente estudio científico. Los estudiantes deben ser evaluados por su capacidad para reconocer posibles defectos en el estudio y proponer formas creativas de hacer

que sea más rigurosa, y de su voluntad de ser escéptico acerca de artículos periodísticos y otras fuentes de información.

También se sugiere que los estudiantes deben colaborar en el diseño de la evaluación y de la puntuación para aumentar su sentido de responsabilidad y motivación para el aprendizaje y obtener retroalimentación sobre su proceso de aprendizaje. Además, se señala que, como parte de la formación de los estudiantes, las normas para el buen trabajo se deben discutir con los estudiantes y utilizarse constantemente en el proceso de evaluación.

Un aspecto que resalta sobre las características de la evaluación se refiere a que los procedimientos y técnicas de evaluación que se utilicen deben ser “apropiados y justos” para todos los estudiantes, deben tener como objetivo promover la equidad para garantizar que todos los estudiantes de las escuelas estadounidenses tengan las mismas oportunidades de aprender ciencia, enfatizando los logros de éstos en lugar de documentar su fracaso. Los estudiantes y profesores deben reconocer que hay más de un camino hacia el éxito. Esta idea está en consonancia con la evaluación equitativa y justa, que se centra más en ayudar a los estudiantes a desarrollar hábitos de rigor intelectual que en la mejora de su capacidad de producir respuestas fáciles.

### 3.3.5. La propuesta curricular de Holanda

De acuerdo con la legislación del sistema educativo holandés, las escuelas tienen la libertad de organizar la enseñanza y pueden elegir sus propios métodos y materiales didácticos con el apoyo del SLO. Ante esta posibilidad existe una diversidad de escuelas que retoman diferentes modelos o principios pedagógicos como son los del sistema Waldorf, Montessori, Jenaplan, Dalton y Freinet, entre otros.

En el caso de la educación preescolar, los grupos de juego (playgroups) y guarderías —como parte de la metodología didáctico pedagógica— ofrecen a los niños pequeños la oportunidad y el espacio para jugar y desarrollarse en compañía de sus pares. El objetivo es estimular el desarrollo social, cognitivo y emocional de los infantes e incluyen actividades que tienen por objetivo prepararlos para la escuela. Los programas de estimulación que se utilizan incluyen actividades educativas orientadas a que los niños jueguen con conceptos relacionados con la lengua y la aritmética.

El SLO, reporta que “64% de las escuelas de preescolar, utiliza el Programa Pirámide” (Leeuwen van, Thijs y Zandbergen, 2009), desarrollado por el Instituto Nacional para la Medición de la Educación (CITO, por sus siglas en neerlandés). El “Programa Pirámide” presenta como postulado central que “la educación es la acción del adulto que cuida y protege al niño en su camino a la independencia” (Kuyk, 2001) y se sustenta en cuatro principios: cercanía psicológica, lejanía psicológica, iniciativa del niño e iniciativa del maestro (adulto), contemplando tres áreas de la inteligencia: emocional, cognitiva y física. Este programa está basado en el método de proyectos, en donde cada proyecto presenta una estructura didáctica que contempla actividades, aplicaciones, ideas para trabajar con los niños, juegos y canciones entre otras propuestas. Una característica metodológica de este programa refiere a que el aprendizaje debe darse de manera contextualizada, considerando contextos específicos constituidos por personas, objetos y eventos particulares (Kuyk, 2001). A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de retórica: “En el currículum hemos construido un sistema global y un sistema verbal específico [...] El sistema global corresponde con el ambiente cotidiano del niño. Tenemos que traer el mundo exterior dentro de la escuela [...]”.

Como estrategia pedagógica se argumenta que “el elemento central del componente didáctico es el desarrollo de todos los niños, el cual es estimulado al enseñarles a separarse del aquí y ahora en niveles cada vez superiores de representación” (Kuyk, 2009, p. 954).

Como se puede observar, en la propuesta curricular de Holanda se pretende el desarrollo de los sentidos y sus habilidades tales como observar, sentir, probar, oler con la ayuda de material ilustrativo, lo que da cuenta de los trabajos prácticos relacionados con el tipo de experiencias que se han de proveer a los estudiantes. Para la enseñanza de las ciencias se promueve que, a través de proyectos, los niños tengan experiencias para el aprendizaje de conceptos espaciales y temporales, y su relación con el mundo circundante. A través de los planteamientos para el nivel preescolar, es posible identificar actividades que abarcan los tres tipos de trabajos prácticos (ejercicios prácticos, experiencias e investigaciones) y la alusión al modelo 3 del contexto, ya que se busca principalmente que las circunstancias sociales sean un pretexto para el abordaje de los contenidos científicos.

Para la educación primaria, tomando en cuenta los objetivos y el carácter pedagógico propio de este nivel educativo que “atiende el desarrollo emocional e intelectual, el desarrollo de la creatividad, y la adquisición de habilidades sociales, culturales y físicas” (SLO, Core objectives primary education, p. 1) se propone a los docentes que desarrollen estrategias de enseñanza para estimular en los niños su curiosidad natural, las necesidades de desarrollo y de comunicación.

En el área de aprendizaje denominado “Orientación personal y en el Mundo” se pueden identificar estrategias didácticas en las que se busca que los niños se involucren en la descripción e investigación de materiales y fenómenos físicos, para encontrar conexiones entre la forma, el uso de materiales y la manera en que funcionan las cosas de su propio entorno, así como el diseño, elaboración y evaluación de soluciones a problemas técnicos (SLO, Core objectives primary education, p. 6). En este nivel educativo el tipo de actividades que se desprenden de los objetivos fundamentales se relacionan con brindar experiencias para que los estudiantes tomen conciencia de los fenómenos e indaguen sobre los mismos, en su contexto.

En la educación secundaria en el área de aprendizaje denominada “Hombre y naturaleza”, se pueden inferir de actividades o formas de trabajo que buscan que los estudiantes desarrollen “una actitud investigativa hacia la naturaleza, el reconocimiento de relaciones e interacciones, el enlazamiento de teorías y modelos al trabajo práctico y la observación, y la promoción de la sustentabilidad” (SLO, Core objectives primary education, p. 10), así como “comenzar con el planteamiento de preguntas y continuar mediante el acercamiento a conceptos clave hacia temas y habilidades más específicas” (SLO, Core objectives primary education, p. 10).

En este nivel, se enfatiza que el estudiante se acerque y lleve a la práctica el proceso de investigación y, como resultado de este proceso, aprende a transformar preguntas sobre aspectos físicos y tecnológicos en preguntas de investigación, llevar a cabo tales investigaciones y presentar los resultados. Además, se pretende que los estudiantes adquieran conocimiento e intuición sobre procesos de la naturaleza viva y no viva llevando a cabo trabajo práctico; a trabajar con teorías y modelos al llevar a cabo investigaciones sobre fenómenos químicos y físicos. En este sentido, se sostiene que “mediante la investigación, aprende a adquirir conocimiento sobre productos técnicos y sistemas de su interés, y aprende a evaluar este conocimiento, y diseñar y fabricar un producto técnico de manera estructurada (SLO, Core objectives primary education, p. 10). Lo anterior denota claramente la fuer-

te presencia del enfoque de enseñanza por investigación en la propuesta curricular para la educación secundaria.

Con respecto a la evaluación del aprendizaje, existe un sistema de evaluación estandarizado, desde el cual se promueve la evaluación continua y la evaluación sumativa, esto a través del CITO de Holanda. En este país existe una Base de Datos en Educación (BRON, por sus siglas en neerlandés) que es administrada por la Agencia Ejecutiva de Educación (DUO, por sus siglas en neerlandés) en la que las escuelas cargan la información de cada estudiante para poder tener un seguimiento de su progreso. En lo referente a la evaluación continua las escuelas primarias reportan el progreso de los estudiantes por área y por materia; la evaluación sumativa obligatoria se da al final de la escuela primaria a través de pruebas estandarizadas y aplicadas por el servicio de evaluación.

### 3.3.6. Comentarios generales

A continuación se presentan algunos presupuestos que comparten o varían las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias con respecto a las formas de trabajo que proponen para abordar los contenidos curriculares y valorar el aprendizaje.

#### Sobre la propuesta pedagógica en general

Las prescripciones curriculares de Chile, Corea del Sur, Holanda y México plantean el aprendizaje de conocimientos, habilidades y actitudes científicas, aunque México es el único que lo explicita desde un enfoque por competencias.

Como parte de una concepción sobre el sujeto cognoscente, Brasil y México plantean una educación centrada en el estudiante, así como de la construcción del conocimiento por parte de éste, mientras que Chile enfatiza un currículo centrado en el aprendizaje, de tal manera que estas tres propuestas denotan como centro del proceso al estudiante, puesto que es quien tiene que desarrollar determinados procesos cognitivos, habilidades y actitudes socio afectivas para el logro de los aprendizajes.

Un aspecto importante que resalta en todas las propuestas curriculares, es la consideración de que las actividades deben de incentivar la curiosidad, la creatividad y el asombro por los fenómenos naturales. En la mayoría de las propuestas pedagógicas, se alude a la contextualización de los contenidos o a la adaptación de la enseñanza de acuerdo con la diversidad de los estudiantes. La propuesta curricular de Brasil y Chile, respectivamente, hacen mayor énfasis sobre este aspecto, a excepción de la propuesta de Holanda, que no manifiesta nada al respecto sobre considerar la diversidad de los estudiantes para la enseñanza de las ciencias.

Con relación a las TIC, la propuesta curricular de Brasil, Chile, Corea del Sur y México hacen mención explícita de su uso como recurso didáctico, y comparten la inclusión del uso de materiales audiovisuales e internet.

#### Sobre la contextualización del aprendizaje

En el nivel preescolar, la propuesta curricular de Brasil y Holanda aluden, respectivamente, al modelo de contexto 3, que refiere a las circunstancias sociales, pues consideran la dimensión social del contexto como esencial para la enseñanza del mundo natural, por lo que se busca relacionar los temas con el entorno y las actividades de las personas. En la propuesta curricular del Proyecto 2061 no se reconoce explícitamente el trabajo didáctico de los contenidos científicos para cada nivel; sin embargo, su propuesta para la enseñanza plantea lineamientos generales que permite caracterizarla en el modelo 2, referido a la reciprocidad entre conceptos y aplicaciones, orientado principalmente por el movimiento de Ciencia-Tecnología y Sociedad, aunque en ocasiones puede aludir al modelo 3.

Para la educación primaria, la propuesta curricular de México está más referida al modelo 1 como la aplicación directa de los conceptos, a partir de, por ejemplo, la realización de proyectos, con poca frecuencia en el modelo 2 sobre la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, a diferencia de secundaria, en donde se presentan con mayor frecuencia ambos modelos; por ejemplo, para el modelo de contexto 2, el trabajo por proyectos puede abordar las implicaciones sociales y culturales de la ciencia y tecnología. La propuesta curricular de Chile y Corea del Sur, tanto en el nivel primaria como secundaria, presentan los modelos de contexto 1 y 2. Las propuestas de Brasil y Holanda despliegan el trabajo didáctico hacia los modelos 2 y 3.

En la educación media superior es interesante observar que México, en la enseñanza de la Biología, alude a los modelos de contexto 1 y 2, siendo este último el que presenta mayor frecuencia; la enseñanza de la Física retoma principalmente el modelo de contexto 1, en contraste con la enseñanza de la Química, que presenta un abordaje desde los modelos de contexto 1 y 2. Chile, a diferencia de nuestro país, presenta en las tres asignaturas los modelos 1 y 2, igual que Corea del Sur, pero sin estructura curricular por asignaturas. Brasil, en cambio hace énfasis en el contexto de los modelos 2 y 3. Por último, la propuesta curricular del Proyecto 2061 sigue conservando su propuesta de enseñanza desde preescolar hasta media superior con base al modelo de contexto 2 sobre Ciencia tecnología y Sociedad.

Sobre el contexto en el modelo 2, resalta que Brasil, Corea del Sur, Estados Unidos de América y México refieren actividades sobre el desarrollo de la tecnología y su relación con la sociedad. Cabe mencionar que sobre la relación entre tecnología y sociedad, Brasil es el único país que de manera explícita manifiesta que la enseñanza de la ciencia debe considerar la tríada: mundo laboral, ciencia y la tecnología. Asimismo, como parte de la formación de los estudiantes en el modelo de contexto 2, se encontró que Corea del Sur y México, también promueven la aplicación de los conocimientos a la resolución de problemas de la vida cotidiana. Es importante señalar que el modelo de contexto que se plantea en cada propuesta curricular depende de la libertad que tiene la escuela ante la autoridad educativa. Así, en el caso de México se privilegia el modelo 1 y ocasionalmente se alude al 2, mientras que, en otras propuestas curriculares, como la del Proyecto 2061 de Estados Unidos de América y Holanda, se pueden tener modelos 2 y 3.

## Sobre los trabajos prácticos

Con respecto a los trabajos prácticos en el nivel preescolar, en la propuesta curricular de México hay una intención de promover la experimentación, así como la identificación de las semejanzas y diferencias de los fenómenos que ocurren en la naturaleza. En los otros países no se expresa abiertamente este tipo de trabajos, una explicación puede ser que la educación preescolar no es obligatoria y por ello no se considera necesario elaborar explícitamente la metodología para este nivel y sólo se presentan referentes generales.

Por otro lado, en educación primaria y secundaria, la propuesta curricular de Chile manifiesta claramente la realización de trabajos prácticos (por ejemplo, llevar a cabo experimentos después de que el profesor da ejemplos o explicaciones). La propuesta curricular del Proyecto 2061 sostiene que se deben realizar diversas actividades; sin embargo, enfatiza que ninguna es más importante que la medición, los instrumentos a utilizar, así como verificar y darle sentido a los resultados. Holanda y Brasil al ser currículos de carácter abierto y flexible no prescriben de manera puntual ejercicios prácticos en primaria y secundaria.

Para estos mismos niveles educativos (primaria y secundaria), las propuestas para enseñar ciencias aquí analizadas comparten, curricularmente, la necesidad de desarrollar diversas experiencias directas como la exploración de características y propiedades de los objetos o materiales, así como el involucramiento con el entorno y los fenómenos científicos. En la propuesta curricular de México para la educación primaria se presenta con mayor frecuencia el tipo de experiencias en donde se proponen visitas a diferentes lugares para observar los fenómenos naturales y actividades económicas. En la educación media, el currículo de Brasil propone la articulación entre el trabajo intelectual y las actividades prácticas o experimentales. La propuesta de Chile plantea no sólo la apropiación de conceptos a partir de experiencias directas de los estudiantes, sino también a partir de experiencias de cátedra proporcionadas por el docente. Sobre el trabajo a partir de investigaciones, se observa que en preescolar el currículo de México establece la formulación de preguntas y resolución de problemas a través de la indagación por diferentes formas, y en la propuesta de Holanda la metodología por proyectos busca la indagación con el entorno.

Si bien todas las propuestas curriculares coinciden en sugerir actividades para el desarrollo de habilidades y actitudes de indagación o investigación propias del quehacer científico, cada una enfatiza diferentes aspectos. A modo de ejemplo, vale la pena mencionar que la propuesta de Brasil enfatiza el desarrollo del pensamiento y actitudes relacionadas con la investigación; Corea del Sur plantea el aprendizaje en relación con actividades de indagación (incluyendo la indagación libre), elaboración de proyectos de investigación, y, a semejanza de Chile, promueve el trabajo individual y colectivo, sólo que este último país considera tanto la investigación experimental como la no experimental (documental). El Proyecto 2061 manifiesta que la enseñanza debe ser compatible con la naturaleza propia de la investigación científica. En primaria, la propuesta de Holanda procura la investigación de materiales y fenómenos físicos, y en educación secundaria se propone que el estudiante se acerque y lleve a cabo el proceso de investigación: elaborar preguntas, realizar la labor práctica correspondiente y presentar resultados. Cabe resaltar que en las propuestas curriculares de Corea del Sur y Holanda se hace hincapié en el planteamiento de preguntas propias de los estudiantes y en la elaboración de investigaciones para contestarlas, así como el desarrollo de habilidades y actitudes de investigación.

En ambos niveles educativos de México, se comparte con los otros países la importancia de este tipo de trabajos prácticos al sostener que es imprescindible acercar a los estudiantes a la investigación científica, por ello se propone el trabajo por proyectos científicos, tecnológicos y ciudadanos, y en educación secundaria es la metodología la propuesta prevaleciente para abordar los contenidos en las tres asignaturas, aunque en Física y Química se promueve también la investigación documental, no así en Biología.

En la educación media, una característica distintiva de Brasil es la orientación metodológica hacia el trabajo como principio educativo y la investigación como principio pedagógico; el trabajo de investigación parte de reconocer la problematización y la vinculación de la teoría con la práctica y con diferentes áreas de conocimiento. En la educación media, la propuesta curricular de Chile sugiere actividades en las que los estudiantes deben demostrar experimentalmente algunos conceptos y teorías. En México, la diversidad de propuestas curriculares de acuerdo con los subsistemas de la educación media superior, presentan metodologías variadas para abordar los contenidos en las asignaturas. Sin embargo, en la propuesta de la DGETI, en el programa de Biología, se contemplan “ejercicios experimentales” para que los estudiantes planteen diseños experimentales que den solución a determinados problemas.

Cabe mencionar que las propuestas curriculares de Holanda y México proponen la fabricación de productos técnicos por parte de los estudiantes. Con respecto a las experiencias, comparten este tipo de trabajos en el nivel preescolar: México, al sostener actividades para la observación y para que los estudiantes den explicaciones sustentadas en experiencias directas; Holanda, para desarrollar los sentidos con ayuda de material ilustrativo del ambiente cotidiano; y Brasil, que es el único en proponer que se lleven a cabo actividades que incentiven la curiosidad y la exploración de los niños para que se “tome conciencia de los fenómenos” que los rodean (aspecto que describe este tipo de trabajo práctico).

De manera general se rescata que Brasil, Chile, Corea del Sur y México proponen la elaboración de proyectos de investigación para la enseñanza de las ciencias. Cabe mencionar como un recurso importante los laboratorios para llevar a cabo las propuestas de trabajo, de tal manera que Brasil contempla el uso de laboratorios; Chile y México plantean el uso de las aulas como laboratorio si no se cuenta con uno; mientras que en el caso de Corea del Sur se hace hincapié en el establecimiento de laboratorios propiamente de ciencia y el uso de laboratorios por computadora. No se hace mención explícita de esto ni en el Proyecto 2061 ni en la propuesta de Holanda; sin embargo, por las condiciones socioeconómicas de estos países se asume que cuentan con ellos.

## Sobre la evaluación de los aprendizajes

En todas las propuestas o lineamientos curriculares se considera la valoración de los aprendizajes de los estudiantes, asimismo se reconoce la evaluación como un componente formativo que retroalimenta la práctica docente.

Sobre la evaluación diagnóstica, sólo las propuestas de Brasil y Chile hacen explícita su consideración en los diferentes niveles educativos; el primero considera que dicha evaluación permite que el estudiante retroalimente su aprendizaje, Chile considera que su importancia radica en ser una herramienta que permite identificar los conocimientos previos, necesidades y niveles de aprendizaje. En el caso de la propuesta de México, en la educación básica no se especifica como tal una

evaluación diagnóstica; sin embargo, se propone considerar los antecedentes de las nociones, saberes y experiencias de los estudiantes para retomarlos, enriquecerlos o reorientarlos, como parte del enfoque formativo de la evaluación; en la educación media superior también los diferentes subsistemas proponen este tipo de evaluación.

Sobre la evaluación formativa, la propuesta curricular de Brasil sostiene, en todos los niveles educativos, que la evaluación es un proceso formativo, permanente y participativo, utilizando diversos instrumentos y procedimientos. La propuesta de Chile considera que el carácter formativo de la evaluación permite identificar los conocimientos previos y avances que van logrando los estudiantes y que en ambas se debe considerar el trabajo individual y colectivo. En la propuesta de Corea del Sur se manifiesta que la información que se obtenga de la evaluación diagnóstica servirá para la planeación, así como para mejorar las estrategias de aprendizaje y guiar el trayecto de los estudiantes. La propuesta del Proyecto 2061 considera que la evaluación de la ciencia es una oportunidad también para el aprendizaje, además de servir para motivarlos y retroalimentar su aprendizaje.

En la propuesta curricular de Holanda, aun teniendo un sistema de evaluación estandarizado de los logros de aprendizaje, también considera una evaluación continua para realizar un seguimiento sobre el progreso de los estudiantes. En México, el plan de estudios de educación básica plantea el enfoque de la evaluación formativa (dicho enfoque considera la evaluación inicial, procesal y final); con respecto a la enseñanza de las ciencias, en el nivel de educación primaria se presenta con mayor frecuencia la consideración a este tipo, ya que se busca que proporcione información para retroalimentar y mejorar los procesos de aprendizaje. De igual forma en la educación media, todos los subsistemas señalan la evaluación formativa.

La evaluación sumativa, se presenta en todas las propuestas curriculares. En la de Chile y Corea del Sur, se pretende evaluar conocimientos, habilidades, actitudes o valores, así como la capacidad de aplicación para resolver problemas de la vida cotidiana, mientras que en la de Brasil se resalta el aspecto cualitativo sobre el cuantitativo del aprendizaje. Por su parte, en la propuesta del Proyecto 2061 de Estados Unidos de América se busca que la evaluación de cuenta de la comprensión de la naturaleza de la ciencia. En la propuesta de México, de acuerdo al análisis realizado, en la educación media, si bien se contempla la evaluación diagnóstica y formativa, la evaluación sumativa presenta mayor frecuencia, por ejemplo en el CONALEP se señalan sesiones para la evaluación y se menciona que, si el estudiante presenta insuficiencia en ésta o desea mejorar su resultado, tiene oportunidad para entregar nuevas evidencias.

## Reflexiones finales

En este capítulo se presentan una serie de reflexiones y aspectos relevantes sobre la propuesta curricular de ciencias naturales en México para la educación obligatoria. En conjunto, lo expresado en este capítulo toma como centro al currículo mexicano y ha de verse como una invitación para pensar en lo que curricularmente se propone para esta área de formación en los distintos niveles educativos y abrir un camino de análisis sobre su pertinencia, relevancia y congruencia. Aquello identificado en las propuestas curriculares de los otros países revisados permite hacer comparaciones y valorar la posibilidad de incorporar algunas ideas a la propuesta mexicana; es también una oportunidad de reconocer las fortalezas y debilidades del currículo mexicano y contar con elementos y argumentos que permitan mejorarla.

1. La alfabetización científica es un discurso que está presente, de manera general, en las propuestas curriculares, pero adquiere diferentes interpretaciones, énfasis y niveles de concreción, según cada nivel educativo.

La propuesta curricular de México se adscribe a la corriente internacional de la *alfabetización científica* y, según lo identificado en las demás propuestas curriculares consideradas, parece existir un amplio consenso en tratar de orientarlas a partir de esta corriente. Sin embargo, el análisis también denota que la "alfabetización científica", como elemento sustantivo de la retórica pedagógica curricular (Guerra, 2012), presenta matices cualitativamente diferentes entre las propuestas curriculares de los niveles educativos que conforman la educación obligatoria en México, así como también entre lo que curricularmente proponen los diferentes países que fueron considerados en el presente estudio.

En el discurso que alude a la alfabetización científica como propósito educativo, particularmente en el currículo de ciencias de los niveles que conforman la educación básica —preescolar, primaria y secundaria—, es posible identificar la convergencia de las siguientes ideas: 1) promover que los estudiantes adquieran conocimientos científicos básicos, 2) propiciar que los estudiantes desarrollen habilidades y destrezas asociadas a la actividad científica, 3) que los estudiantes comprendan cómo funciona y opera la ciencia en tanto empresa humana y 4) que potencialmente desarrollen un pensamiento crítico y racional que les permita relacionarse con el mundo natural y social.

Es de destacar que estas ideas, aunque con diferente énfasis, también fueron identificadas en el currículo propuesto para los niveles educativos equivalentes a la educación básica mexicana de

los países considerados en el presente estudio. La diferencia radica no sólo en el énfasis que cada país les da, sino también en la forma en que son desarrolladas o desagregadas en otros elementos que articulan sus propuestas, en ocasiones de manera más consistente que en otras. Tal es el caso de Chile, país que explícitamente fundamenta su currículo de ciencias en la alfabetización científica. A manera de ejemplo, las habilidades propuestas para 7º básico son las siguientes: “distinguir entre hipótesis y predicción, identificar y controlar variables, representar información a partir de modelos, mapas, diagramas y distinguir entre resultados y conclusiones” (Ministerio de Educación, 2011, pp. 26-27). Esto significa, entre otras cosas, que en esta propuesta la alfabetización científica no sólo pone énfasis en las grandes ideas de la ciencia, sino también en su carácter procesal. La alfabetización científica se vislumbra entonces como un propósito importante de la ciencia escolar, entendida ésta como los conocimientos científicos que se construyen y elaboran en el contexto de la escuela con un carácter formativo.

Otro ejemplo de las diferencias de énfasis en torno al sentido de la alfabetización científica lo podemos encontrar en la educación preescolar. En México, la propuesta curricular para este nivel educativo demanda una fuerte formación científica básica, tal como lo indican algunas competencias (por ejemplo “observa características relevantes de elementos del medio y de fenómenos que ocurren en la naturaleza; distingue semejanzas y diferencias y las describe con sus propias palabras” o “formula suposiciones argumentadas sobre fenómenos y procesos”). En cambio, Holanda, aun cuando señala la necesidad de la alfabetización en ciencias en edades tempranas, para este nivel educativo ofrece curricularmente a los alumnos la oportunidad y el espacio para jugar y desarrollarse en compañía de los niños de su misma edad, sin centrar el trabajo escolar en el conocimiento científico. En el caso de la propuesta curricular mexicana de preescolar, también se reconoce el derecho de los niños y las niñas a tener “oportunidades de acercamiento a la comprensión del mundo natural para su adquisición paulatina de conocimientos que les permitan tomar decisiones de manera fundamentada” (Quintanilla, Orellana y Daza, 2011, p. 60), pero éste no siempre se concretiza adecuadamente, pues curricularmente se demanda demasiado a los alumnos y también a las educadoras.

Es de destacar cómo el discurso en torno a la alfabetización científica en el currículo de ciencias naturales mexicano tiene una fuerte presencia en lo propuesto para los niveles de educación básica —preescolar, primaria y secundaria— diluyéndose, e incluso cambiando de énfasis, en lo propuesto curricularmente por los distintos subsistemas de educación media superior (EMS) que aquí fueron considerados. Esto se puede explicar debido a que la alfabetización científica, aún con sus matices y poco acuerdo de lo que implica y significa, usualmente suele asociarse con los niveles que conforman la educación básica, la cual tiende a ser de carácter obligatorio. En México, la EMS fue declarada como obligatoria apenas en 2012, por lo que su definición como nivel educativo aún oscila entre brindar a los jóvenes una formación propedéutica que les permita ingresar y realizar estudios a nivel superior y la necesidad de ofrecerles una formación que les brinde las herramientas necesarias para la vida y para su inserción en el campo laboral.

Lo anterior permite afirmar la necesidad de trabajar por asegurar una congruencia y consistencia entre los diferentes elementos curriculares y en su relación con las características de los estudiantes. La necesidad de proponer un currículo para la enseñanza de las ciencias que sea pertinente para los estudiantes, pero a su vez accesible para todas las modalidades educativas, es un asunto complejo y prioritario en las tareas asociadas al diseño curricular. Así pues, en lo que respecta a esta área de conocimiento, la articulación de la educación obligatoria en México requiere de una revisión sobre el sentido de incluir la enseñanza de las ciencias en el currículo, teniendo presente

que cada nivel educativo tiene su especificidad y ha de cumplir determinados propósitos formativos a los cuales dicha área habrá de sumarse, sin dejar de considerar las características y necesidades de desarrollo, así como los conocimientos, de los estudiantes que transitan por ellos.

Hoy en día nadie pone en duda la necesidad de enseñar ciencias como algo imprescindible en la formación básica de todas las personas, aun cuando éstas no se vayan a dedicar profesionalmente a la ciencia o a la tecnología. Sin embargo, la generalización de la enseñanza de las ciencias para todos, propugnada en sentido amplio por el movimiento de la alfabetización científica, obliga a una redefinición y reflexión sobre la finalidad de la enseñanza de las ciencias y, consecuentemente, de otros elementos que articulan las propuestas curriculares. De acuerdo con Sanmartí (2002), las decisiones que curricularmente se toman en torno a los fines de la enseñanza de las ciencias, no son neutras; responden a las finalidades de la educación, de la escuela y de la sociedad.

2. En las propuestas curriculares, hay una tensión entre la declaración de la alfabetización científica como meta educativa y el planteamiento de propósitos formativos específicos, cercanos a una tradición disciplinaria de la enseñanza de las ciencias.

En términos generales, los planteamientos en torno a la alfabetización científica incluidos en las propuestas curriculares aluden a la importancia de incorporar un bagaje científico básico a la formación integral de las nuevas generaciones. Dichos planteamientos corresponden a una visión sobre la educación científica como contribución a la formación para la vida y la ciudadanía y, además, a una visión de ciencia como actividad humana y como cultura. Estos planteamientos debieran ser un referente para la construcción, incorporación o fundamentación de los distintos elementos que articulan las propuestas curriculares con el fin de asegurar, en la medida de lo posible, congruencia y consistencia entre éstos.

No obstante, en las propuestas curriculares aquí analizadas existe una tensión entre los planteamientos orientados a la alfabetización científica y la tradición disciplinaria que caracteriza a los propósitos que son más específicos de las asignaturas o, en su caso, de los niveles educativos. Conforme se avanza en la escolaridad, curricularmente se van planteando propósitos formativos específicos que son más cercanos a una visión disciplinaria de las ciencias; es decir, se va mudando hacia una perspectiva distinta de lo que implica la alfabetización científica. En el caso de la educación básica se identifica un esfuerzo por tratar de conservar el discurso de la alfabetización científica en los propósitos formativos específicos, tanto para toda la educación básica, como para cada uno de los niveles que la articulan. Sin embargo, se aprecia una falta de continuidad entre dichos propósitos y los que se plantean para la EMS, pues los propósitos declarados para este último nivel educativo tienden, en general, a una formación especializada en el campo del conocimiento científico.

Un acierto de la propuesta curricular mexicana es, para el caso de educación primaria, la división de la enseñanza de las ciencias en dos bloques de asignaturas (Exploración de la Naturaleza y Sociedad, para primero y segundo grado, y Ciencias Naturales, de tercero a sexto grado). Esta división manifiesta no sólo una continuidad entre los propósitos formativos propuestos para preescolar y los correspondientes a los primeros dos grados de educación primaria, sino también un esfuerzo por tratar de acercar a los estudiantes al mundo de las ciencias de manera fluida y acorde a su edad y contexto, buscando la manera de hacer que las disciplinas científicas converjan en un mismo espacio curricular. En este sentido, se puede decir que, en México, el momento a partir del cual se introduce a los estudiantes al mundo *formal* de las disciplinas científicas se inicia hasta

tercer grado de educación primaria. Esta introducción tiene diferentes matices y sentidos: de tercero a sexto grado de primaria tiene un carácter más general e interdisciplinar, mientras que en educación secundaria se aprecia una tendencia hacia la especialización más anclada a la lógica de cada una de las disciplinas en las que se enfatiza la formación científica (biología en primer grado, física en segundo y química en tercero).

Por su parte, las propuestas curriculares de ciencias para educación secundaria y para cada uno de los subsistemas de EMS presentan una marcada tendencia hacia la alfabetización científica con una visión internalista, según lo planteado por Roberts (2007). Se puede decir entonces que, en estos niveles educativos, los propósitos de la alfabetización científica aluden al funcionamiento disciplinar de las ciencias naturales, promoviendo una formación centrada en los productos de las disciplinas. Este marcado énfasis en la visión disciplinar que presentan los programas de estudio de secundaria y más marcadamente de EMS, se puede deber a la tradición curricular que los ha caracterizado, la cual ha estado marcada por una orientación propedéutica.

Si bien en el caso de la EMS, como ya se señalaba, predomina el enfoque de las disciplinas, pueden identificarse matices según los subsistemas. Así, uno de los aspectos que distingue a la propuesta curricular de la Dirección General de Bachillerato Tecnológico (DGETI) respecto de otras propuestas, es la asignatura Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores, claro ejemplo de cómo se puede resolver la tensión entre declarar la alfabetización científica como meta educativa y plantear propósitos formativos específicos cercanos a una tradición disciplinaria de la enseñanza de las ciencias. Con esta asignatura se busca integrar los conocimientos de otras asignaturas provenientes tanto de las ciencias naturales como de las sociales y humanísticas. Siguiendo los planteamientos de Aikenhead (2003), esta asignatura puede concebirse como un esfuerzo por impulsar lo que en el campo se conoce como currículo Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), ya que, además de presentar las características previamente señaladas, adopta un enfoque histórico y promueve el acercamiento a la tecnología y a asuntos de interés global, como el desarrollo sustentable, la interculturalidad y la justicia social.

En lo que refiere a las competencias propuestas para cada nivel educativo en el campo de ciencias, puede apreciarse una fuerte carga disciplinar; vistas en detalle, es posible identificar que éstas responden, en sentido amplio, a la lógica de la disciplina misma y no a la lógica de su enseñanza o de su aprendizaje. En algunos niveles educativos, como preescolar, algunas competencias son incluso poco pertinentes para el nivel de desarrollo cognitivo de los estudiantes. En primaria y secundaria, las competencias son más congruentes con los contenidos, pero no así con las formas de enseñanza que se proponen en los documentos curriculares. En el caso de la EMS, no hay una consistencia en la concepción de las competencias que se declaran en los documentos generales de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) y las que se proponen como específicas para el campo de las ciencias experimentales.

Es importante reconocer que el término de competencias ha generado, en el diseño de las propuestas curriculares, controversias y diferentes interpretaciones y aplicaciones (Denyer, *et al.*, 2007). Así, el análisis realizado permite afirmar que la noción de competencia científica es distinta en las propuestas curriculares para la educación básica y la media superior; es decir, hay una falta de continuidad en el enfoque asociado a dicha noción. En la propuesta curricular de educación básica subyace una noción de competencia científica que integra saberes disciplinarios y actitudinales para la toma de decisiones mientras que en EMS hay una noción de competencia científica mucho más apegada a las disciplinas y al uso del conocimiento científico en determinadas situaciones

y contextos (lo que las hace más próximas a la visión internalista de la alfabetización científica). Las competencias se presentan como un discurso innovador en las propuestas curriculares de ciencias que encuentra dificultades de concreción dada la fuerte tradición disciplinar que ha impedido en dicho campo de formación.

Los estándares curriculares asociados a las ciencias naturales que se proponen para la educación básica, son otro ejemplo de la tensión que se da entre asumir la alfabetización científica como meta y plantear intenciones educativas apegadas a una tradición disciplinar. Por un lado, este elemento curricular centra la mirada en contenidos procedimentales y actitudinales de naturaleza científica, pero a su vez enfatiza contenidos conceptuales que apelan a tópicos científicos básicos o fundamentales de las disciplinas científicas. Para el caso de educación preescolar, los estándares curriculares son poco pertinentes para el nivel de desarrollo de los estudiantes, pues tienden a demandar conocimientos, habilidades y actitudes científicas complejas. Por ejemplo: "Usa información para resolver problemas, basándose en observación, registro de datos, recolección de muestras, dibujos, entrevistas y recursos escritos"; o bien, "Comunica los resultados de observaciones y experimentos en forma oral" (SEP, 2013, p. 36). Este tipo de estándares suelen tener la misma demanda cognitiva que algunas competencias disciplinares que se proponen para la EMS.

A pesar de los esfuerzos por alejarse de una lógica disciplinar y apelar por una formación científica básica integradora, en el diseño de la propuesta curricular de ciencias, esto no se ha logrado abandonar del todo; lo cual es más evidente en el caso de las asignaturas del nivel secundario y en las de la educación media superior. Un importante problema del diseño de la propuesta curricular de ciencias es que la homogeneidad de los planteamientos generales en torno a la alfabetización científica se pierde en la especificidad de los programas de estas asignaturas, ya que cada una plantea intenciones formativas distintas, enfatizando o dejando de lado ciertos aspectos del discurso que plantea la alfabetización científica. El tema de la finalidad de las asignaturas de ciencias que se proponen para educación secundaria o media superior y su contribución o aporte a la alfabetización científica, si bien ha sido ampliamente discutido, todavía no ha alcanzado un consenso (Furió *et al.*, 2001; Gil y Vilches, 2001). Por un lado, es clara la conveniencia de plantear intenciones formativas que contribuyan a que los estudiantes logren concebir a las ciencias naturales como un cuerpo de conocimientos que se interrelacionan e integran para explicar o dar solución a problemas de distinta índole. Por el otro, no son menores las dificultades para lograr una integración armoniosa entre los propósitos formativos de las distintas asignaturas. A nivel internacional, es importante reconocer las experiencias que, desde el diseño curricular, han tratado de abonar a esa integración de intenciones formativas y en las que, por supuesto, encontramos ejemplos de éxitos y fracasos.

De acuerdo con León (2003), las propuestas curriculares que desde el planteamiento de intenciones educativas se adscriben a la alfabetización científica, representan una ruptura importante con los movimientos de reforma producidos en las primeras décadas del siglo XX, los cuales tuvieron como centro la enseñanza del conocimiento científico y su lógica de producción interna, ya que llegan a proponer que las ciencias naturales también deben ser entendidas como una fuerza social. Las propuestas curriculares que se apegan más a la alfabetización científica suelen estar asociadas a movimientos de reforma que promueven, como gran meta de la educación científica escolar, "la formación de ciudadanos capaces de desarrollar y utilizar sus habilidades intelectuales y sus conocimientos sobre el mundo para crear un ambiente favorable al ser humano" (León, 2003, p. 379).

En este sentido, asumir curricularmente la alfabetización científica como una amplia intención formativa debe traer, como consecuencia, que otros aspectos del diseño curricular ayuden al logro de la incorporación de un bagaje científico básico a la formación integral de las nuevas generaciones como potencial para que éstas puedan comprometerse en la lucha por un mundo social, en el que la interdependencia e interconexión con el mundo natural encaja bien con las nociones de equidad y de justicia (Wellington, 2003).

3. Como consecuencia de la tensión descrita en el punto anterior, la selección y organización de los contenidos científicos escolares responde, en general, a una visión disciplinar-tradicional, orientada en sentido amplio por la "ciencia normal", y estos no suelen ser congruentes con los planteamientos en torno a la alfabetización científica que subyacen en las propuestas curriculares.

La organización de los contenidos científicos escolares constituye uno de los temas más debatibles y ampliamente discutidos en el campo de investigación de la enseñanza de las ciencias (Izquierdo, 2005), sin haber alcanzado aún consenso alguno. Por un lado, está la discusión de la pertinencia de que los estudiantes puedan concebir las ciencias como un cuerpo de conocimientos que se interrelaciona e integra al momento de buscar respuestas a los fenómenos del mundo natural, o bien, al solucionar problemas científico-tecnológicos con implicaciones sociales. Por otro lado, se reconoce la complejidad de lo que implica que los estudiantes puedan lograr la integración, articulación y relación de los conceptos científicos, y lo difícil que puede ser para un docente enseñar las ciencias naturales de manera integral, pues esto exige amplios conocimientos de las diversas ciencias, así como otras estructuras curriculares que apoyen esta dirección.

La organización general de los contenidos para la enseñanza de las ciencias de tercero a sexto grado de educación primaria, ayuda a favorecer el cumplimiento de los propósitos formativos asociados a esta área de conocimiento en este nivel educativo. A su vez, esta organización de los contenidos es una forma de favorecer el desarrollo de las cuatro ideas que articulan la noción de "alfabetización científica" señaladas arriba, que se reflejan en las preguntas a partir de las cuales se distribuyen y organizan en bloques temáticos los contenidos de las ciencias naturales en primaria: a saber "¿Cómo mantener la salud?, ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? ¿Cómo son los materiales y sus cambios? ¿Por qué se transforman las cosas? y ¿Cómo conocemos?". Sin embargo, una aproximación más detallada a los contenidos que se proponen para estos bloques muestra, por un lado, que curricularmente hay un fuerte énfasis en el tratamiento de información científica asociada a las disciplinas que deja de manera tangencial la promoción de habilidades y actitudes de naturaleza científica y, por el otro, que estos contenidos tienden a favorecer más una enseñanza especializada de las ciencias naturales y no como un campo de conocimiento general, que es el sentido de la denominación de la asignatura: "Ciencias Naturales".

En el caso de la propuesta curricular para secundaria, los programas de estudio de las asignaturas, que enfatizan alguna disciplina científica en cada grado escolar, muestran tópicos numerosos y especializados bastante cercanos a lo que aquí se ha llamado *estructura paradigmática curricular* (o ciencia normal). Si se mira este exceso de contenidos en relación con el tiempo disponible para su enseñanza, puede resultar en una visión superficial de los contenidos, y derivar en ideas confusas de los estudiantes acerca del conocimiento científico que están aprendiendo, así como también que se generen actitudes negativas hacia las ciencias naturales, que desarrollen habilidades científicas limitadas y que se apropien de imágenes estereotipadas del mundo de las ciencias.

Lo anterior puede ir en contra de las cuatro ideas fuerza que articulan la noción de alfabetización científica presente en la propuesta curricular para enseñar ciencias en educación básica; por lo dicho hasta ahora, puede hablarse de que existe una inconsistencia entre los propósitos formativos declarados y los contenidos a enseñar.

Así, el análisis realizado permite afirmar que la propuesta curricular para enseñar ciencias naturales en la educación básica está centrada, entre otras cosas, en una visión disciplinaria orientada por la estructura curricular paradigmática, es decir, la ciencia normal. La visión disciplinaria de las ciencias es, en general, una tendencia dominante en el diseño de las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias que, en sentido amplio, demanda una articulación progresiva de los conceptos científicos. Lo que no parece quedar claro en la propuesta curricular mexicana es si existe o no una articulación progresiva de los conceptos científicos que, efectivamente, vaya en sintonía con la visión disciplinaria. En el campo de la educación en ciencias, organizar los contenidos curriculares con respecto a la lógica de la disciplina, o bien atendiendo a la lógica de su enseñanza, constituye también un asunto poco consensuado y bastante debatible, sin necesariamente llegar a acuerdos; lo cual parece tener sus consecuencias en el diseño de las propuestas curriculares (Izquierdo, 2005).

Un asunto a resaltar, derivado del análisis comparativo, es que los contenidos de enseñanza propuestos en el currículo de educación primaria y secundaria son muy similares a los de las propuestas curriculares de carácter nacional que fueron consideradas en el presente estudio; es decir, la propuesta curricular mexicana comparte con la de otros países un núcleo importante de contenidos científicos escolares. La diferencia radica en cómo cada propuesta curricular organiza y distribuye los contenidos a lo largo de los niveles educativos. Algunas propuestas suelen ser mucho más progresivas en cuanto al abordaje de los contenidos científicos, como el caso del Proyecto 2061; otras, como la mexicana, muestran una lógica en espiral. Otra diferencia importante en cuanto a los contenidos, es la presencia de lo que se conoce como “ciencias de la Tierra” en las propuestas curriculares de Chile, Corea del Sur, Estados Unidos de América y Holanda, a excepción de la de México. Las ciencias de la Tierra abarcan conocimientos provenientes de diferentes disciplinas científicas (geología, ecología, geografía, biología, física, química, entre otras), los cuales permiten solucionar, entender y comprender cómo funcionan los procesos, las relaciones y los fenómenos que se dan en el mundo natural y social (Weissman, 2007).

Por su parte, las propuestas curriculares para enseñar ciencias en el nivel de EMS de los subsistemas que fueron considerados en el presente estudio, enfatizan una visión más asociada a lo disciplinar que a la búsqueda de una formación científica integral de los jóvenes. Este énfasis en la disciplina queda evidenciado, en dos aspectos; por un lado, en las competencias del campo Ciencias Experimentales que se proponen en el Acuerdo 444 (ver cuadro 2.5 del capítulo 2). Por otro lado, este énfasis disciplinar también se hace explícito en los contenidos de enseñanza que se plantean en los programas de estudio de las asignaturas asociadas al campo disciplinar denominado Ciencias Experimentales; lo cual guarda cierta congruencia con las competencias que se proponen en el Acuerdo 444 para dicho campo. En este sentido, se puede decir, de manera general, que, en la EMS, si bien puede identificarse una explicitación de la alfabetización científica, ésta alude a la visión propuesta por Roberts (2007), desde la cual se centra la mirada en el conocimiento de las ciencias y sus productos, así como a una visión aplicada del mismo.

Dada la selección y organización de los contenidos científicos escolares que se proponen en los programas de estudio de los subsistemas de la EMS, puede decirse que, a diferencia de la educación

básica, hay una tendencia hacia la transmisión de lo que puede concebirse como ideas tradicionales en torno a la *Naturaleza de la Ciencia*. Este tipo de ideas acentúan algunas de las posturas señaladas por Lederman (2002, 2007), tales como la visión empírica de la ciencia, la carga teórica del conocimiento científico, la aplicabilidad del método científico, entre otras. Estas ideas, aunque poca explícitas, se pueden identificar también y de manera general, en las propuestas didácticas de los programas de estudio. Si bien en la fundamentación de estas propuestas didácticas hay un esfuerzo por incorporar nuevas metodologías, formas o herramientas para enseñar las ciencias naturales, tal parece que en ellas no se cuestiona la visión que se tiene sobre la ciencia.

Como lo plantea Duschl (1997), renovar la enseñanza de las ciencias en cualquier nivel educativo conlleva también una revisión de las ideas sobre qué es la ciencia. Incorporar una visión actualizada de la Naturaleza de la Ciencia a las propuestas curriculares para enseñar ciencias es un aspecto clave en la promoción de una alfabetización científica, porque permite ir erradicando en los ciudadanos “la visión de una ciencia acabada, absoluta, verdadera y objetiva, que es producida por sujetos superiores o especiales e ir instalando en ellos la visión de una ciencia como empresa esencialmente humana” (Quintanilla, 2006).

#### 4. Hay un exceso de prescripción en diferentes elementos que constituyen las propuestas curriculares, lo que deriva en limitados márgenes de adaptabilidad y aceptabilidad.

Al comparar el currículo de ciencias naturales mexicano para la educación obligatoria con algunas propuestas curriculares de otros países, para esta misma área de formación y niveles educativos equivalentes, es posible identificar diferentes formas de concebir la prescripción curricular y, a su vez, diferencias en la profundidad con que se prescriben algunos elementos curriculares. Por un lado, están las propuestas curriculares que ofrecen la posibilidad de ser elaboradas por cada escuela, a partir de lineamientos generales establecidos por una autoridad o instancia superior (como el caso de la propuesta de Brasil, el Proyecto 2061 o la de Holanda), y, por el otro, están las propuestas curriculares que ofrecen una propuesta detallada y de aplicación obligatoria para todos los planteles (como Chile y México). Estas diferentes concepciones en torno a la prescripción curricular han sido señaladas por Snyder, Bolin y Zumwalt (1996).

En el caso de la propuesta curricular para preescolar, la prescripción es mucho más abierta, es decir, tiene un carácter más flexible. Ésta es una cualidad de la propuesta curricular porque, si bien se sugieren propósitos formativos, contenidos curriculares y formas de enseñanza de las ciencias, la organización, distribución y desarrollo de ellos queda en manos de los docentes. Sin embargo, esa flexibilidad de la propuesta curricular puede comprometer una adecuada implementación, dado que la oferta educativa de preescolar es por grado y no hay orientaciones para definir cómo se puede desarrollar, organizar y secuenciar lo propuesto según se tengan uno, dos o tres grados de preescolar en un plantel. Además, existe un alto número de escuelas multigrado para este nivel educativo en las que un mismo docente tiene que atender, en un mismo grupo, más de un grado escolar. La propuesta curricular no está pensada para este tipo de organización escolar, y el reto que tienen que enfrentar los docentes para implementarla es mucho mayor.

En primaria y secundaria, la prescripción curricular está centrada prioritariamente por la organización y distribución de los contenidos de enseñanza. Éstos se asumen como obligatorios a seguir y desarrollar sin reconocer los tiempos y las condiciones escolares en los que se configuran las prácticas pedagógicas. Además, la prescripción de estos contenidos y su dosificación, no reconoce las

distintas modalidades educativas que existen en el sistema educativo, se asumen como universales y obligatorios. La distribución y organización de los contenidos, para estos niveles educativos, es un asunto definido por los diseñadores del currículo, dejando poco margen de acción y de decisión a los actores educativos sobre qué y cuándo enseñar. De esta manera, la flexibilidad, y por ende la aceptabilidad y adaptabilidad del currículo de ciencias se ve limitada. Un asunto que no parece quedar claro en la propuesta curricular de primaria y secundaria, son las actividades de aprendizaje, sugeridas para abordar los contenidos de enseñanza y alcanzar los propósitos formativos. El desarrollo de este elemento curricular es tan abierto que difícilmente se logra identificar si son formas en que se deben realizar las prácticas de enseñanza, o bien sólo sugerencias de lo que posiblemente podrían hacer docentes y alumnos en las aulas.

En lo que refiere a EMS, al mirar de manera particular las propuestas curriculares para enseñar ciencias naturales de cada uno de los subsistemas de este nivel educativo, es posible identificar algunas diferencias cualitativamente significativas. De las cinco propuestas curriculares aquí analizadas, la de la DGETI es la menos prescriptiva ya que, si bien propone una serie de objetivos formativos, contenidos de enseñanza y sugerencias didácticas y de evaluación, se presentan sólo orientaciones generales sobre aquello a lo que pueden aspirar los docentes y estudiantes. De estos elementos curriculares, los contenidos y sugerencias didácticas son más flexibles, pues a diferencia de los propósitos, que son más prescriptivos, dichos elementos quedan sujetos a las condiciones contextuales en los que se configura la práctica pedagógica en dicha modalidad educativa, como la experiencia docente, la infraestructura y el equipamiento escolar, así como los materiales educativos, entre otros.

Pareciera que, en quienes diseñan el currículo de ciencias, subyace la idea de presuponer que lo que se diga en él se llevará a cabo tal y como está expresado y, por lo tanto, se tiende a asumir que entre más explícito el discurso curricular, más fácilmente los docentes lo traducirán en la práctica cotidiana. Sin embargo, un exceso de prescripción puede traducirse en propuestas poco flexibles y atenta contra la adaptabilidad curricular.

**5. Las orientaciones pedagógicas están planteadas en términos muy generales y algunas no suelen ser congruentes con los contenidos de enseñanza sugeridos en las propuestas curriculares, ni pertinentes para los estudiantes según el nivel educativo en el que se encuentran.**

Asumiendo los planteamientos de la alfabetización científica, es posible sostener que la labor de la enseñanza es lograr que los estudiantes adquieran y construyan en las aulas los conceptos, procedimientos y actitudes científicas que por sí mismos no lograrían elaborar en su actuar cotidiano y que, este conjunto de conocimientos, al ser funcionales, lo puedan transferir a diferentes contextos y situaciones (Jímenez, 2003; Sanmartí, 2002). De esta forma, las orientaciones pedagógicas que se plasman en las propuestas curriculares deben servir a los docentes como una auténtica ayuda para lograr que sus estudiantes accedan a esas formas de conocimiento. El análisis de las propuestas curriculares realizado en el presente estudio, pone en evidencia que las orientaciones pedagógicas, guía básica para el trabajo de enseñanza, si bien tienen presencia en la retórica curricular, su desarrollo y nivel de prescripción es desigual, no siempre suelen ser consistentes con los propósitos formativos y, en ciertos niveles educativos, llegan a ser poco pertinentes para los estudiantes.

Las orientaciones pedagógicas plasmadas en la propuesta curricular de México plantean, en lo general, la enseñanza y aprendizaje de conocimientos, habilidades y actitudes científicas desde

un enfoque por competencias. Este enfoque implica, además de un replanteamiento del papel del docente y de las actividades que pueden favorecer su adquisición, colocar a los estudiantes como centro de la actividad científica escolar (Pedrinaci, 2012). Empero, el análisis aquí realizado muestra que el enfoque por competencias que subyace en las orientaciones pedagógicas de las propuestas curriculares, además de presentar distintas formas de interpretación y diferente grado de concreción curricular según el nivel educativo del que se trate, no suelen poner en el centro de la acción didáctica a los estudiantes. Las orientaciones pedagógicas para enseñar y aprender ciencias aquí analizadas tienden a favorecer, por un lado, actividades que proponen a los alumnos ir más allá de la información ya proporcionada, y, por el otro, situaciones de actividad que solicitan la aplicación directa de información proporcionada previamente. A pesar de figurar destacadamente en las orientaciones pedagógicas de la propuesta curricular, la promoción de habilidades y destrezas científicas tienen una presencia casi insignificante en las actividades de aprendizaje sugeridas en ellas. La escasa presencia de sugerencias de actividades relacionadas con la promoción de este tipo de habilidades y destrezas es, en sí misma, una deficiencia de las propuestas curriculares para enseñar ciencias en la educación obligatoria.

No obstante, es necesario señalar que las propuestas curriculares sí tienden a proponer formas de enseñanza y de aprendizaje que se relacionan con los distintos tipos de trabajo práctico: ejercicios, experiencias y, especialmente, investigaciones. Esto es importante de reconocer porque, desde el campo de la educación en ciencias, hay un serio esfuerzo por promover la diversificación de actividades para el aprendizaje de las ciencias sin centrarse exclusivamente en el trabajo experimental o de laboratorio. La propuesta de cómo enseñar ciencias en preescolar, en cuanto a los trabajos prácticos, es difusa en el currículo de dicho nivel educativo. En esta propuesta curricular se apuesta más al conocimiento y experiencia de las educadoras para diseñar e implementar en el aula actividades didácticas que sean mucho más cercanas a las características y contexto de sus estudiantes. Para el caso de los siguientes niveles educativos se comparte con las propuestas curriculares de los otros países la importancia de desarrollar en el aula de ciencias los distintos tipos de trabajo práctico, lo cual tiene como fin que los estudiantes puedan integrar los contenidos científicos escolares, y, además, se apela en cierto modo a una aplicación y relación al contexto, principalmente al modelo 2 de la propuesta de Gilbert (2006).

En los respectivos programas de estudio de las asignaturas de ciencias de primaria y secundaria, sólo se vislumbra al final de los primeros cuatro bloques y en todo el quinto bloque, un espacio curricular para generar lo que desde el campo se conoce como una *actividad científica escolar* (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999), que, esencialmente, lo constituye la propuesta de “trabajo por proyectos”. El trabajo por proyectos en el currículo de ciencias para educación primaria y secundaria está sustentado en el principio pedagógico “planificar para potencializar el aprendizaje” (SEP, 2011), y constituyen una estrategia que los docentes pueden implementar para propiciar que los estudiantes integren sus conocimientos, habilidades y actitudes en diversas situaciones. Sin embargo, y dada la ubicación curricular del trabajo por proyectos, es probable que su concreción en las aulas, y su empalme con otras actividades escolares (como la evaluación, que también se propone hacia finales de cada bloque) se vea restringida, limitando así lo que pueden hacer docentes y alumnos.

Algunos estudios (Blancas, 2015; Blancas y Guerra, 2016) han puesto de manifiesto que el trabajo por proyectos en la enseñanza de las ciencias en educación básica representa una alternativa pedagógica para generar una dinámica de aula en la que predomine la interacción constructiva entre docentes, estudiantes, contenidos y su contexto más próximo. Lo reportado por la literatura

muestra el valor del trabajo por proyectos para constituirse en una innovación con posibilidad de apoyar el cambio en la forma de enseñar ciencias, por lo que, desde el diseño curricular, es importante consolidar y hacer más consistente dicha propuesta, a fin de que docentes y estudiantes puedan apreciar y explotar su valor formativo.

Otro aspecto a resaltar en relación con las formas de enseñanza, es la fuerte presencia que el trabajo experimental tiene en las propuestas curriculares. De manera general, las propuestas han asumido el experimento como algo que es intrínseco a la enseñanza de las ciencias y que permite distinguirlas de otras áreas de conocimiento. Sin embargo, cuando en la retórica pedagógica se alude al trabajo experimental, ésta tiende a enfatizar visiones tradicionales del experimento, desde las cuales se comprueban, validan o refutan los conceptos científicos, más que vislumbrarse como una oportunidad para despertar la inquietud e interés de los estudiantes. El trabajo experimental que se propone en el currículo de ciencias, principalmente en primaria, secundaria y EMS, presenta un marcado énfasis en actividades que podrían pensarse como *experimentos* en el sentido amplio del concepto; empero, no cumplen con ello, debido a que enfatizan acciones manipulativas que pocas veces son acompañadas por procesos de reflexión y, mucho menos, por la planeación del trabajo experimental.

Para el caso de EMS, algunas formas de trabajo didáctico presentes en las propuestas curriculares de los subsistemas que aquí fueron considerados, tienden a ser poco pertinentes para los intereses, características y condiciones de los estudiantes que transitan por dicho nivel educativo. Algunas de las actividades que se proponen son similares a las sugeridas en el nivel educativo previo. En este elemento curricular, parece que las propuestas curriculares se olvidan de que los estudiantes ya tuvieron experiencias de aprendizaje que les permitieron un acercamiento al mundo de la ciencia y, en el caso de reconocer estas experiencias, no se toman como un trampolín para plantear algunas que sean mucho más desafiantes y estimulantes. Las actividades de aprendizaje de las ciencias naturales deben tener una correlación con la actividad científica, de tal forma que en los espacios escolares se configure una genuina actividad científica escolar con sentido.

**6. La evaluación es un elemento que incluyen todas las propuestas curriculares; sin embargo, su desarrollo es muy general y plantea usos centrados prioritariamente en el diagnóstico.**

En la enseñanza de las ciencias, así como en otras áreas curriculares, la evaluación de los aprendizajes no sólo es una acción que permite medir los resultados, sino también una tarea que condiciona el qué y cómo se enseña y, especialmente, el qué y cómo aprenden los estudiantes (Sanmartí, 2007). Los resultados del análisis descriptivo y comparativo, denotan que, de los elementos que articulan las propuestas curriculares, la evaluación del aprendizaje (que en el presente estudio fue considerado como eje de comparación) es el que menos se desarrolla en los documentos; siendo mucho más evidente en las propuestas de EMS. Éste es el caso también de las propuestas curriculares de algunos países a cuyos documentos se pudo tener acceso. Esto muestra un vacío curricular; en el entendido de una congruencia y consistencia al interior de estos mismos, se esperaría el desarrollo de sugerencias de cómo lo docentes pueden adquirir información de los aprendizajes que van logrando sus estudiantes y las diversas formas en que pueden dar cuenta de ellos.

La evaluación del aprendizaje es un asunto clave para la enseñanza de las ciencias, ya que, a través de ella, se obtiene información para poder adecuar el proceso didáctico a los procesos de adquisición del conocimiento de los estudiantes, y apoyarlos a que se apropien significativamente de

las ideas del mundo de las ciencias (Sanmartí, 2007). Al mirar los contenidos de enseñanza y las formas de trabajo escolar que se proponen para la enseñanza de las ciencias, es posible inferir que los procesos de evaluación que se llevan a cabo en las aulas, promueven procesos cognitivos memorísticos, la repetición de información científica objetiva y válida, que poco reconoce los errores como una valiosa oportunidad para aprender.

Cuando en las propuestas curriculares se hace referencia a la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes, ésta, usualmente, suele aludir, de acuerdo con los planteamientos de Casanova (1998), a su funcionalidad en el proceso didáctico: de diagnóstico, formativa o sumativa. Por ejemplo, la función diagnóstica de la evaluación suele emplearse en la retórica curricular para hacer referencia a cómo los docentes pueden recuperar los saberes e ideas previas de los estudiantes sobre determinados fenómenos naturales, e identificar así ideas erróneas que sean posible de transformar en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Por su parte, la función formativa de la evaluación se recupera en el discurso curricular para valorar los procesos y obtener así datos rigurosos que permitan valorar el progreso de los estudiantes en cualquier momento del proceso didáctico. La función formativa de la evaluación es la que más se desarrolla en las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias aquí analizadas y, de manera general, tiene como sustento teórico los enfoques cognitivo y socioconstructivista del aprendizaje (Sanmartí, 2007). A través de esta función de la evaluación, se propugna porque los estudiantes adquieran, además de los contenidos disciplinares, un conjunto de herramientas cognitivas que les permitan hacerse responsables de su propio proceso de aprendizaje. Sin embargo, en las propuestas curriculares, esta función formativa de la evaluación se ve restringida dadas las sugerencias didácticas específicas que se brindan a los docentes.

La función sumativa de la evaluación adquiere materialidad en el discurso de las propuestas curriculares cuando se alude a la valoración de los productos, procesos o resultados que tienen un carácter terminal, con consecuencias inmediatas o que permiten generar decisiones sobre algo. De esta manera, en las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias, se deja de lado el desarrollo de otras cualidades de la evaluación que también son un apoyo potencial para el aprendizaje de los estudiantes, como el referente que se toma para la evaluación, la temporalización de ésta, el propósito de la evaluación y los agentes que pueden participar en ella (Casanova, 1998).

En el campo de la educación en ciencias, diversos estudios señalan que la evaluación de los aprendizajes es uno de los aspectos que más condiciona el desarrollo de las propuestas curriculares (Chamizo e Izquierdo, 2007; Sanmartí y Alimenti, 2004). La evaluación de los aprendizajes, junto con el abordaje los contenidos de enseñanza y el desarrollo de actividades didácticas, están relacionados, además, con las concepciones que se tenga sobre la ciencia y el aprendizaje (Rodríguez y Blancas, 2010; Rodríguez y López, 2006). En este sentido, las propuestas curriculares deben guardar una relación de congruencia entre las visiones que se tengan sobre estos aspectos. Hacer que la evaluación de los aprendizajes sea un eje vertebrador de las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias, no es un asunto fácil de resolver y atender. Sin embargo, lograr una propuesta de evaluación, curricularmente consistente y congruente, implica poner el acento en uno de los dispositivos pedagógicos que más puede ayudar a favorecer el cambio y renovación de las prácticas de enseñanza de las ciencias.

El discurso de la alfabetización científica se ha incorporado, en términos generales, como parte de las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias naturales en los niveles de educación obligatoria. De esta manera, desde las propuestas curriculares se ha reconocido que la alfabetización científica es un proceso de desarrollo personal y social, cuyo valor formativo radica en su contribución a la cultura individual y ciudadana. Sin embargo, este discurso es complejo de asumir en las propuestas curriculares, entre otras razones debido a la propia complejidad que engloba su definición y porque se trata de una noción aún en construcción y en continuo debate (Atkin y Helms, 1993; Fensham, 2002).

El análisis realizado en el presente estudio muestra también que el discurso de la alfabetización científica, de manera general, presenta diferentes niveles de concreción en las propuestas curriculares. La alfabetización científica debe ser un discurso sostenido, y no sólo asumido, tanto en los documentos a través de los cuales se diseminan las propuestas curriculares (planes y programas de estudio, libros de texto, libros para el maestro, entre otros), como en los diferentes elementos que articulan el diseño de las mismas (p. e. en las intenciones educativas, en los contenidos de enseñanza, en el enfoque pedagógico-didáctico, en el modelo de evaluación de los aprendizajes, en las consideraciones para la implementación, entre otros).

En México y en otros países, la alfabetización científica para todos se ha convertido en un área de múltiples esfuerzos de política educativa para tratar de resolver los problemas que presenta, desde el logro de aprendizaje de los estudiantes hasta el reconocimiento de prácticas pedagógicas tradicionales. Sin embargo, para catalizar el discurso de la alfabetización científica en el currículo de la educación obligatoria se requiere no sólo hacer un esfuerzo por resolver las tensiones y dilemas que subyacen en las propuestas curriculares, de manera que paulatinamente ganen mayor congruencia, consistencia y pertinencia. Se requiere también tener presente que, en una sociedad democrática, es fundamental generar estrategias que permitan democratizar también el conocimiento científico (Gil y Vilchis, 2004). En este sentido, desde las propuestas curriculares se debe hacer un esfuerzo por reconocer la existencia de saberes no sólo de carácter científico, sino también de aquellos que forman parte de la cotidianidad de los individuos; constituirse en un proceso de formación que no sólo sea responsabilidad de la escuela, sino también de otros agentes y, quizá lo más importante, que no se convierta en un fin en sí mismo, sino que trascienda más allá de los conocimientos para movilizar valores, afectos, relaciones, idiosincrasias, y así favorecer la actuación y transformación del mundo natural y social.

Finalmente es importante tener presente que lo que aquí se ha expuesto en torno a la alfabetización científica y particularmente a la propuesta curricular de ciencias, atañe sobre todo a la dimensión del currículo como expresión formal y material de un proyecto educativo (De Ibarrola, 2012). Es decir, las valoraciones, críticas y reflexiones derivadas del proceso de análisis sólo aluden al conjunto de los ideales retóricos que se expresan en los documentos que forman parte del diseño de las propuestas curriculares; la efectividad de las prácticas de enseñanza de las ciencias naturales para el logro de una alfabetización científica para todos tiene su propia dimensión. La evaluación de la dimensión formal de la enseñanza de las ciencias es un primer ejercicio de análisis que sirve de referente para estudios sobre la implementación curricular, los cuales habrán de dar cuenta de su puesta en marcha.

## Referencias

- Adamson, B., y Morris, P. (2007). Comparing curricula. En M. Bray, B. Adamson, M. Mason, (Eds.), *Comparative education research. Approaches and methods* (Vol.19, pp. 263-282). UK: CERE / Springer.
- Aikenhead, G. S. (2003b). STS education: A rose by any other name. En R. Cross (Ed.), *A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). New York: Routledge Falmer.
- Altbach, P. G., y Kelly, G. P. (1986). Introduction: Perspectives on comparative education. En P. G. Altbach y G. P. Kelly (Eds.), *New approaches to comparative education* (pp. 1-10). Chicago: The University of Chicago Press.
- Ariza, M., y Gandini, L. (2012). El análisis comparativo cualitativo como estrategia metodológica. En M. Ariza y L. Velasco (Edits.). *Métodos cualitativos y su aplicación empírica: Por los caminos de la investigación sobre migración internacional*. México: Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM/El Colegio de la Frontera Norte.
- Astiz, M. (2011). Los desafíos de la educación comparada contemporánea para informar el debate político-educativo: Una perspectiva teórico-metodológica. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, 2(2), 63-72.
- Atkin, J., y Helms, J. (1993). Getting serious about Priorities in science education. *Studies in Science Education*, 21(1), 1-20.
- Benchmarks for science literacy: A tool for curriculum reform*. (1996). National Science Academy. AAAS.
- Blancas, J. L. (2015). La gestión de la participación en el desarrollo de un proyecto en clase de química de educación secundaria. En A. Gómez y M. Quintanilla (Coords.), *La enseñanza de las ciencias naturales basada en proyectos. Qué es un proyecto y cómo trabajarlo en el aula* (pp. 45-70). Chile: Bellaterra.
- Blancas, J. L., y Guerra, M. T. (2016). Trabajo por proyectos en el aula de ciencias de secundaria: Tensiones curriculares y resoluciones docentes. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(68), 141-166.
- Bordieu, P. (2003). *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y la reflexividad*. Barcelona: Anagrama.
- Borges, M. (2009). El proyecto político pedagógico como mediador de la educación liberadora, *EDUCERE*, 13(46), 615-525. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31246/3/articulo6.pdf>
- Bray, M., y Thomas, R. (1995). Levels of comparison in educational studies: Different insights from different literatures and the value of multilevel analyses. *Harvard Educational Review*, 65(3), 472-490.

- Bray, M., Adamson, B., y Mason, M. (2007). *Comparative education research approaches and methods*. Cham-Heidelberg-New York-Dordrecht-London: Springer.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M. P. Jiménez Aleixandre (Coord.), *Enseñar ciencias*. Barcelona: Grao.
- Carvajal, E., y Gómez, M. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7(16), 577-602.
- Casanova, M. A. (1998). *La evaluación educativa. Escuela básica*. México-España: SEP-Cooperación Española, Fondo Mixto de Cooperación Técnica y Científica.
- Chamizo, J. A., e Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 51, 9-19.
- Coll, C. (1994). El análisis de la práctica educativa: Reflexiones y propuestas en torno a una aproximación multidisciplinar. *Tecnología y Comunicación Educativa*.
- Coll, C. (2010). *Psicología y currículum*. México: Paidós.
- Coll, C., y Martín, E. (2006). Vigencia del debate curricular. Aprendizajes básicos, competencias y estándares. *Revista PRELAC*, 3, 6-27.
- Congreso Nacional de Chile. (19 de agosto de 2009). Decreto 254. Recuperado el 02 de julio de 2015, de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013\\_recurso\\_002.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_002.pdf)
- Criado, A., Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A., y Cañal, P. (2014). ¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la Ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), pp. 249-266.
- Daino, M., y Rojas, M. (2006). La enseñanza de las ciencias naturales: Desde las fuentes las propuestas curriculares. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Jujuy*, 30, 85-106.
- De Ibarrola, M. (2012). Experiencias y reflexiones sobre el diseño y la evaluación curricular. En M. Landesmann (Coord.), *El currículum en la globalización. A tres décadas de El currículum pensado y el currículum vivido* (pp. 93-118). México: UNAM-FES Iztacala.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En F. Perales y P. Cañal (Coord.). *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Marfil Alcoy.
- Denyer, M., Furnémont, D., Poulain, R., y Vanloubbeeck, P. (2007). *Las competencias en la educación. Un balance*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Dijkgraaf Committee. (2013). *Chemistry & physics: Fundamental for our future*.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4, 201-213.
- DOF. (2008). Acuerdo 444. Por el que se establecen las competencias que constituyen el Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato. México: SEP.
- Duschl, R. A., y Grandy, R. E. (2008). *Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Publishers.
- Duschl, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- Fensham, P. (2002). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(1), 9-24.

- Fourer, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.
- Fumagalli, L. (1997). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor. En H. Weissman (Comp.), *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones* (pp. 15-35). Buenos Aires: Paidós.
- Furió, Y., Vilches, S., Guisasola, A. J., y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.
- García-Carmona, A., Criado, A. M., y Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: Un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 131-149.
- García-Carmona, A., Criado A. M., y Cañal, P. (2014a). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 139-157.
- Gil, D., y Martínez, J. (2005). ¿Para qué y cómo evaluar? La evaluación como instrumento de regulación y mejora del proceso de enseñanza aprendizaje. En A. Machado, *¿Cómo promover interés por la cultura científica?* Santiago: UNESCO.
- Gil, D., y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Gil, D., y Vilchis, A. (2004). Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana, *Cultura y Educación*, 16(3), 259-272.
- Gilbert, J. (2006). On the nature of "context". *Chemical Education, International Journal of Science Education*, 28, 957-976.
- Gómez, A., y Balderas, R. (2015). ¿Qué se entiende por trabajo por proyectos? Una reflexión desde las versiones, a veces disímiles, de diversos actores: Literatura, currículum, profesorado y alumnado. En A. Gómez y M. Quintanilla (Coords.), *La enseñanza de las ciencias naturales basada en proyectos. Qué es un proyecto y cómo trabajarlo en el aula* (pp. 33-44). Chile: Bellaterra.
- Guerra, M. T. (2012). El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: Retórica y vicisitudes. En F. Flores (Coord.), *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México* (pp. 79-92). México: INEE.
- Holbrook, J., y Rannikmäe, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- INEE. (2009). *El derecho a la educación en México. Informe 2009*. México: INEE.
- INEE. (2013a). *Ley del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación*. México: INEE.
- INEE. (2013b). *La educación media superior en México* (2ª ed.). México: INEE.
- INEE. (2014). *Panorama educativo de México 2013. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación básica y media superior*. México: INEE.
- INEE. (2014a). *El derecho a una educación de calidad. Informe 2014*. México: INEE.
- INEE. (2014b). *La evaluación de contenidos y métodos de la educación obligatoria en México y en el mundo: Acercamiento desde un estudio documental* (Manuscrito no publicado). México: INEE.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 45-59.
- Jiménez, A. (Coord.). (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó.
- Kuhn, T. (1963). The function of dogma in scientific research. En A. C. Crombie (Ed.), *Scientific change*. Londres: Heineman.

- Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Laugsch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview, *Science Education*, 84(1), 72-94.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N., Abd-el-Khalick, F., Bell, R. L., y Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497-521.
- León, A. (2003). El currículo como estructura: Una visión retrospectiva. En A. López (Coord.), *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos. Tomo I: Procesos de enseñanza y aprendizaje. La investigación educativa en México 1992-2002* (pp. 371-397). México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa.
- León, A. (2003). El currículo como estructura: Una visión retrospectiva. En A. D. López y Mota (Coord.), *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: Procesos de enseñanza y aprendizaje* (pp. 371-397). México: COMIE.
- McComas, W. F. (Ed.). (2000). *The nature of science in science education. Rationales and Strategies*. Dordrecht, Países Bajos: Kluwer.
- Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Ciencias Naturales. Programa de estudio para octavo año básico*.
- Ministerio do Educaco, Instituto Nacional do Estudos e Pesquisas. (2010). *Censo escolar 2010*. Recuperado el 6 de noviembre de 2015, de: <http://dados.gov.br/dataset/media-de-horas-aula-diaria-na-educacao-basica>
- Ministry of Education, Culture and Science (2013). *Technology Pact 2020*. Recuperado de: <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/library/technology-pact-2020>
- OCDE. (2014). *Education GPS. The world of education at your fingertips*. <http://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?> Consultado el 19 de noviembre de 2014.
- OECD. (2011). *Education at a glance: OECD indicators*. Recuperado el 3 de noviembre de 2015, de: <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/48631582.pdf>
- OECD. (2014). *Education at a glance: OECD indicators*. Recuperado el 9 de noviembre de 2015, de: <http://www.oecd.org/edu/Education-at-a-Glance-2014.pdf>
- OEI. (2002). *Sistema Educativo Nacional de Brasil*. Recuperado el 6 de noviembre de 2015, de: <http://www.oei.es/quipu/brasil/>
- OEI. (1994). *Sistemas Educativos Nacionales. Chile*. Recuperado el 2 de julio de 2015, de: <http://www.oei.es/quipu/chile/>
- Osborne, J., et al. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Pedrinaci, E. (Coord.). (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Poggi, M. (2013). Nuevos tiempos para los sistemas públicos de educación: Una mirada desde los estudios comparados. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, 9-11.
- Quintanilla, M. (2006). La ciencia en la escuela: Un saber fascinante para aprender a "leer el mundo", *Revista Pensamiento Educativo*, 39(2), 177-204.
- Quintanilla, M. (Coord.). (2011). *La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades*. Santiago de Chile: Ediciones Laboratorio GRECIA.
- Quintanilla, M., Orellana, M., y Daza, S. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. En S. Daza y M. Quintanilla (Edits.), *La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades* (Vol. 5, pp. 59-82). Santiago de Chile: Grupo GRECIA.
- Rampal, A. (1999). Images of science and scientists: A study of school teachers' views. I. Characteristics of scientists. *Science Education*, 76(4), 415-436.

- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. En Abell S. K. y Lederman N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Londres: Lawrence Erlbaum.
- Rodríguez, D., y López, Á. (2006). ¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? Tres estudios de caso de profesores de secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1307-1335.
- Rodríguez, D. P., y Blancas, J. L. (2010). Concepciones respecto al aprendizaje y uso de las TIC's de los profesores de ciencias naturales. En M. Quintanilla y C. Merino (Eds.). *Formando sujetos competentes en ciencias para los desafíos de un mundo en transformación* (Vol. I, pp. 37-39). Santiago de Chile: Ediciones GRECIA.
- Ruiz, G. (2011). El lugar de la comparación en la investigación educativa. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, 84-93.
- Rutherford F. (1990). *Science for all Americans. Project 2061*. Nueva York: AAAS, Oxford University Press.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave: Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.
- Sanmartí, N., y Alimenti, G. (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: Análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química. *Educación Química*, 15(2), 120-128.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- Schmelkes, S. (2006). La interculturalidad en la educación básica. *Revista PRELAC*, 3, 120-127.
- Scott, D. (2014). Knowledge and the curriculum. *The Curriculum Journal*, 25, 14-28.
- Shen, B. S. (1975). Scientific literacy and the public understanding of science. En S. B. Day (Eds.), *Communication of scientific information* (pp. 44– 52). Basel: Karger.
- Snyder, J., Bolin, F., y Zumwalt, K. (1966). Curriculum implementation. En P. Jackson, *Handbook of research on curriculum*. Nueva York: Macmillan.
- Steiner-Khamsi, G. (2002). Re-framing educational borrowing as a policy strategy. En M. Caruso y H. E. Tenorth (Eds.), *Internationalisierung-Internationalisation* (pp. 57-89). Fráncfort: Peter Lang.
- Tomasevski, K. (2001). *Human rights obligations: Making education available, accessible, acceptable and adaptable*. Estocolmo: Swedish International Development Cooperation Agency.
- Tomasevski, K. (2004). *El asalto a la educación*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- UNESCO. (1999). Declaración de Budapest. Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso. Budapest, Hungría.
- UNESCO. (2000). *Contacto. Boletín Internacional de la UNESCO de Educación Científica, Tecnológica y Ambiental*, 25(3-4).
- Unidad de Currículo y Evaluación (junio de 2013). *Nuevas Bases Curriculares 2013*. Recuperado el 2 de julio de 2015, de <http://lyd.org/wp-content/uploads/2013/06/Mineduc.pdf>
- Unidad de Currículo y Evaluación (diciembre de 2011). *Bases Curriculares. Educación Básica*. Recuperado el 2 de julio de 2015, de Decreto núm. 439/2012: [http://www.curriculumlineamineduc.cl/605/articles-22394\\_programa.pdf](http://www.curriculumlineamineduc.cl/605/articles-22394_programa.pdf)
- Vilches, A., Solbes, J., y Gil, D. (2004). ¿Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos? *Alambique*, 41, 89-98.
- Wellington, J. (2003). Science education for citizenship and a sustainable future. *Pastoral Care in Education*, 21(3), 13-18.

## Documentos curriculares consultados

### Brasil

Ministério da Educação, República Federativa do Brasil. (2013). *Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica*. Recuperado de: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=15548&Itemid=122](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=15548&Itemid=122)

### Chile

Ministerio de Educación, República de Chile. (2013). *Ciencias Naturales-Programa de Estudio para Primer Año Básico*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20714\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20714_programa.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2013). *Ciencias Naturales-Programa de Estudio para Segundo Año Básico*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20715\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20715_programa.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2013). *Ciencias Naturales-Programa de Estudio para Tercer Año Básico*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20716\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20716_programa.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2013). *Ciencias Naturales-Programa de Estudio para Cuarto Año Básico*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20717\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20717_programa.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2013). *Ciencias Naturales-Programa de Estudio para Quinto Año Básico*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20718\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20718_programa.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2013). *Ciencias Naturales-Programa de Estudio para Sexto Año Básico*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20719\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20719_programa.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Ciencias Naturales-Programa de Estudio para Séptimo Año Básico*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20720\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20720_programa.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Ciencias Naturales-Programa de Estudio para Octavo Año Básico*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20721\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-20721_programa.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Biología-Programa de Estudio para Primer Año Medio*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013\\_recurso\\_23.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_23.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Biología-Programa de Estudio para Segundo Año Medio*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013\\_recurso\\_24.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_24.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Física-Programa de Estudio para Primer Año Medio*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013\\_recurso\\_33.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_33.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Física-Programa de Estudio para Segundo Año Medio*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013\\_recurso\\_34.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_34.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Química-Programa de Estudio para Primer Año Medio*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013\\_recurso\\_53.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_53.pdf)

Ministerio de Educación, República de Chile. (2011). *Química-Programa de Estudio para Segundo Año Medio*. Recuperado de: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013\\_recurso\\_54.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_54.pdf)

## Corea

Korea Institute for Curriculum and Evaluation. (KICE). (2007). *Science Curriculum. Proclamation of the Ministry of education and human resources development, #2007-79*. Recuperado de: <http://ncic.kice.re.kr/english.dwn.ogf.originalFileTypeDownload.do?fileNo=10000023&fileExp=PDF>

Ministry of Education, Science and Technology. (2008). *The School Curriculum of Republic of Korea, Korea*.

Martínez Rizo, F. (2007). *La educación en México y Corea del Sur* (Cuaderno Núm. 27). México: INEE. Recuperado de: <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/C/135/P1C135.pdf>

## Estados Unidos de América

Project 2061. (1990). *Science for all Americans*. Nueva York: AAAS, Oxford University Press.

Project 2061. (1993). *Benchmarks for science literacy*. Nueva York: AAAS, Oxford University Press.

Project 2061. (1997). *Blueprints online*. Washington: AAAS.

Project 2061. (2001). *Atlas for science literacy*. Nueva York: AAAS, Oxford University Press.

Proyecto 2061. (1997). *Ciencia: Conocimiento para todos* (Biblioteca para la Actualización del Maestro). México: SEP-Biblioteca para la actualización del maestro.

## Holanda

Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO). (2006). *Dutch core objectives primary education*. Recuperado de: [http://www.slo.nl/primair/kerndoelen/Dutch\\_Core\\_objectives\\_Primary\\_Education\\_\\_2006\\_.pdf/download](http://www.slo.nl/primair/kerndoelen/Dutch_Core_objectives_Primary_Education__2006_.pdf/download)

Comisión Europea (CE). (2014). *Comprender las políticas de la Unión Europea: Educación, formación, juventud y deporte*. Recuperado de: [http://europa.eu/pol/pdf/flipbook/es/education\\_training\\_youth\\_and\\_sport\\_es.pdf](http://europa.eu/pol/pdf/flipbook/es/education_training_youth_and_sport_es.pdf)

Comisión Europea (CE). (2015). *European Encyclopedia on National Education Systems. Netherlands*. Recuperado de: <https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/eurydice/index.php?title=Netherlands:Overview&oldid=116636>

Compañía Internacional de Evaluación y Pruebas, CITO. <http://www.cito.com>

Conferencia Internacional Permanente de Inspección, SICI (Holanda). *Inspectorate Profile: The Netherlands*. Recuperado de: <http://www.sici-inspectorates.eu/Members/Inspection-Profiles/The-Netherlands>

Fox, L., Carta, J., Strain, P., Dunlap, G., y Hemmeter, M. L. (2009). *Response to intervention and the pyramid model*. Tampa, Florida. University of South Florida. Recuperado de: <http://ec.dpi.wi.gov/sites/default/files/imce/sped/pdf/ecspedldr-rti-pyramid.pdf>

- Kuyk van, J. (2001). *Pyramid educational method for 3 to 6-year-old children: Theory and research*. Recuperado de: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED455005.pdf>
- Kuyk van, J. (2009). Holistic or sequential approach to curriculum: What works best for young children? *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales Niñez, Juventud y Manizales*, 7(2), 949-969. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-715X2009000200016&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-715X2009000200016&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Netherlands' Inspectorate of Education. (2012). Inspectorate results 2010-2011. Recuperado de: [http://www.onderwijsinspectie.nl/binaries/content/assets/Documents+algemeen/2012/update-blue-book-2010-11\\_netherlands-inspectorate-1march2012.pdf](http://www.onderwijsinspectie.nl/binaries/content/assets/Documents+algemeen/2012/update-blue-book-2010-11_netherlands-inspectorate-1march2012.pdf)
- Techniekpact (Pacto Tecnológico Holandés 2020). (2014). Resumen en inglés. Recuperado de: <http://techniekpact.nl/wp-content/uploads/2014/03/Dutch-Technology-Pact-Summary.pdf>
- Van Leeuwen, B., Thijs, A., y Zandbergen, M. (2009). *Inclusive education in the Netherlands*. Netherlands: SLO. Recuperado de: [http://www.slo.nl/nl/downloads/2009/Inclusive\\_20Education\\_20Netherlands\\_20webversie.pdf/download](http://www.slo.nl/nl/downloads/2009/Inclusive_20Education_20Netherlands_20webversie.pdf/download)

## México

- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Preescolar* (2a edición electrónica). Extraído de: <http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/pdf/preescolar/programa/preescolar%202011.pdf>
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Primer grado*. (1a edición electrónica). Extraído de: [http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog\\_primaria/PRIM\\_1ro2011.pdf](http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog_primaria/PRIM_1ro2011.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Segundo grado* (1a edición electrónica). Extraído de: [http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog\\_primaria/PRIM\\_2do2011.pdf](http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog_primaria/PRIM_2do2011.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Tercer grado* (1a edición electrónica). Extraído de: [http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog\\_primaria/PRIM\\_3ro2011.pdf](http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog_primaria/PRIM_3ro2011.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Cuarto grado* (1a edición electrónica). Extraído de: [http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog\\_primaria/PRIM\\_4to2011.pdf](http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog_primaria/PRIM_4to2011.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Quinto grado* (1a edición electrónica). Extraído de: [http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog\\_primaria/PRIM\\_5to2011.pdf](http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog_primaria/PRIM_5to2011.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Sexto grado*. (1a edición electrónica). Extraído de: [http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog\\_primaria/PRIM\\_6to2011.pdf](http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/prog_primaria/PRIM_6to2011.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Secundaria. Ciencias* (2a edición electrónica). Extraído de: [http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/PDF/secundaria/ciencias/QUIMICA/DOCUMENTOS/PROGCIENCIAS3QUIM\\_2013.pdf](http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/PDF/secundaria/ciencias/QUIMICA/DOCUMENTOS/PROGCIENCIAS3QUIM_2013.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2008). Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato. (Diario Oficial, 21 de octubre de 2008). Extraído de: [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10905/1/images/Acuerdo\\_444\\_marco\\_curricular\\_comun\\_SNB.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10905/1/images/Acuerdo_444_marco_curricular_comun_SNB.pdf)

- Universidad Nacional Autónoma de México. (2003). Programas de estudio de Biología I a IV (CCH).  
Extraído de: [http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_biologia.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_biologia.pdf)
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2003). *Programas de estudio de Física I a IV.* (CCH).  
Extraído de: [http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_fisica.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_fisica.pdf)
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2003). Programas de estudio de Química I a IV (CCH).  
Extraído de: [http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_quimica.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf)
- Universidad Nacional Autónoma de México. (1996). *Programa de estudio de la asignatura de: Física III* (ENP). Extraído de: <http://enp.unam.mx/planesdeestudio/cuarto/1401.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (1996). *Programa de estudio de la asignatura de: Química III* (ENP). Extraído de: <http://enp.unam.mx/planesdeestudio/quinto/1501.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (1996). *Programa de estudio de la asignatura de: Biología IV* (ENP). Extraído de: <http://enp.unam.mx/planesdeestudio/quinto/1502.pdf>
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Biología I* (Programas de estudio, DGB). Extraído de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/3er\\_SEMESTRE/Biologia\\_I\\_biblio2014.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/3er_SEMESTRE/Biologia_I_biblio2014.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Biología II* (Programas de estudio, DGB). Extraído de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/4to\\_SEMESTRE/Biologia\\_II\\_biblio2014.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/4to_SEMESTRE/Biologia_II_biblio2014.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Física I* (Programas de estudio, DGB). Extraído de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/3er\\_SEMESTRE/Fisica\\_I\\_biblio2014.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/3er_SEMESTRE/Fisica_I_biblio2014.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Física II.* (Programas de estudio, DGB). Extraído de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/4to\\_SEMESTRE/Fisica\\_II\\_biblio2014.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/4to_SEMESTRE/Fisica_II_biblio2014.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Química I* (Programas de estudio, DGB). Extraído de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/1er\\_SEMESTRE/Quimica\\_I\\_biblio2014.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/1er_SEMESTRE/Quimica_I_biblio2014.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Química II.* (Programas de estudio, DGB). Extraído de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/2do\\_SEMESTRE/Quimica\\_II\\_biblio2014.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/01-programasdeestudio/2do_SEMESTRE/Quimica_II_biblio2014.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programa de estudios de Biología* (341101-13FB, DGETI). Extraído de: [http://dgeti.sep.gob.mx/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Biologia\\_Acuerdo\\_653\\_2013.pdf](http://dgeti.sep.gob.mx/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Biologia_Acuerdo_653_2013.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programa de estudios de Física* (342101-13FB, DGETI). Extraído de: [http://dgeti.sep.gob.mx/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Fisica\\_Acuerdo\\_653\\_2013-2606.pdf](http://dgeti.sep.gob.mx/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Fisica_Acuerdo_653_2013-2606.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programa de estudios de Química.* (342201-13FB, DGETI). Extraído de: [http://dgeti.sep.gob.mx/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Quimica\\_Acuerdo\\_653\\_2013.pdf](http://dgeti.sep.gob.mx/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Quimica_Acuerdo_653_2013.pdf)
- Secretaría de Educación Pública. (2012). *Programa de estudios del módulo: Identificación de la biodiversidad* (IBIO-02, CONALEP).
- Secretaría de Educación Pública. (2012). *Programa de estudios del módulo: Interpretación de la relación de reacciones metabólicas de los organismos.* (IRMO-03, CONALEP).
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programa de estudios del módulo: Interpretación de fenómenos físicos de la materia.* (IFIM-03, CONALEP).
- Secretaría de Educación Pública. (2012). Programa de estudios del módulo: Análisis de fenómenos eléctricos, electromagnéticos y ópticos (AFEO-02, CONALEP).

- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programa de estudios del módulo: Análisis de la materia y energía*. (AMAE-03, CONALEP).
- Secretaría de Educación Pública. (2012). *Programa de estudios del módulo: Descripción de la relación entre compuestos orgánicos y el entorno*. (DROE-02, CONALEP).
- ENP-UNAM. (1998). *Programa de estudio de la asignatura de Química III*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- DOF. *Diario Oficial de la Federación* (2011). Acuerdo número 592 por el que se establece la Articulación de la Educación Básica. México. Recuperado de: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5205524&fecha=19/08/2011](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5205524&fecha=19/08/2011)
- SEP. (2011a). *Plan de estudios 2011. Educación básica*. México: SEP.
- SEP. (2011b). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación básica. Secundaria. Ciencias*. México: SEP.
- SEP. (2012). *Programa de estudio 2011. Guía para la educadora. Educación básica. Preescolar*. México: SEP.
- SEP. (2012a). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación básica. Primaria. Primer grado*. México: SEP.
- SEP. (2012b). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación básica. Primaria. Tercer grado*. México: SEP.
- SEP. (2012c). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación básica. Primaria. Sexto grado*. México: SEP.
- SEP. (2013). *Programas de estudio 2011. Educación básica. Secundaria*. México: SEP.
- DOF (21/10/2008). Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato.
- DOF (26/09/2008). Acuerdo número 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad.
- SEP-CONALEP (2012). *Programa de Estudios del Módulo: Análisis de fenómenos eléctricos, electromagnéticos y ópticos* (AFEO-02, CONALEP).
- SEP-DGB (2013). *Dirección General de Bachillerato*. Extraído de: [http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/01-dgb/bachillerato\\_general.php](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/01-dgb/bachillerato_general.php)
- SEP-DGTI (2013a). *Programa de estudios de Biología* (341101-13FB, DGETI). Extraído de: [http://dgeti.sep.gob.mx/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Biologia\\_Acuerdo\\_653\\_2013.pdf](http://dgeti.sep.gob.mx/images/multimediaDGETI/archivosPdf/planesyprogramas/Programas653/Biologia_Acuerdo_653_2013.pdf)
- Universidad Nacional Autónoma de México. (1996a). *Programa de estudio de la asignatura de Biología IV* (ENP). Extraído de: <http://enp.unam.mx/planesdeestudio/quinto/1502.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (1996b). *Programa de estudio de la asignatura de Física III* (ENP). Extraído de: <http://enp.unam.mx/planesdeestudio/cuarto/1401.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (1996c). *Programa de estudio de la asignatura de Química III*. (ENP). Extraído de: <http://enp.unam.mx/planesdeestudio/quinto/1501.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2003a). *Programas de Estudio de Biología I a IV* (CCH). Extraído de: [http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_biologia.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_biologia.pdf)
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2003b). *Programas de Estudio de Física I a IV* (CCH). Extraído de: [http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_fisica.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_fisica.pdf)
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2003c). *Programas de Estudio de Química I a IV* (CCH). Extraído de: [http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan\\_estudio/mapa\\_quimica.pdf](http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf)

# Anexo 1

## Estructura curricular paradigmática

Una característica importante de muchos de los paradigmáticos currículos actuales es la rígida relación existente entre las temáticas, las posturas filosóficas inherentes a las ciencias y la pedagogía, y una manera de reconocerlos es a través de los libros de texto. De ellos los particularmente importantes son aquellos traducidos con amplitud en varias ediciones. En el siguiente cuadro se presentan los libros y contenidos resumidos que conforman el eje disciplinar paradigmático de Biología, Física y Química en nuestro país. Para establecerlo se procedió a identificar los textos que los documentos curriculares de los cursos generales profesionales (universidades, politécnicos o tecnológicos) reconocen explícitamente y que son utilizados por la mayoría. En muchos casos son sugeridos en la educación media superior tanto para los alumnos como para los profesores.

**Cuadro 1.1a.** Estructura Curricular Paradigmática de las ciencias naturales en México

Biología	Física	Química
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La organización de la vida</li> <li>2. Bases físicas y químicas de los sistemas vivos</li> <li>3. Genética</li> <li>4. Evolución</li> <li>5. La diversidad de la vida</li> <li>6. Estructura y procesos vitales en plantas</li> <li>7. Estructura y procesos vitales en animales</li> <li>8. Las interacciones de la vida: ecología</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mecánica</li> <li>2. Oscilaciones y ondas</li> <li>3. Termodinámica</li> <li>4. Electricidad y magnetismo</li> <li>5. Luz y óptica</li> <li>6. Física moderna</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura atómica y molecular</li> <li>2. Estequiometría</li> <li>3. Termoquímica</li> <li>4. Periodicidad</li> <li>5. Enlace químico</li> <li>6. Fuerzas intermoleculares</li> <li>7. Equilibrio químico. Ácidos y bases</li> <li>8. Termodinámica</li> <li>9. Electroquímica</li> <li>10. Metales y metalurgia</li> <li>11. Química orgánica</li> <li>12. Bioquímica</li> </ol>
Curtis, H., y Barnes, N. S. (2008). <i>Biología</i> (7ª ed. en español). Buenos Aires: Panamericana.	Halliday, D., Resnik, R., y Walker, J., (2011). <i>Fundamentos de física</i> (8ª ed. en español, 2 vols.). México: Grupo Editorial Patria.	Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., y Woodward, P. M. (2014). <i>Química: La ciencia central</i> (12ª ed.). México: Pearson Educación.
Solomon, E. P., Berg, L. R., y Martin, D. W. (2011). <i>Biología</i> (9ª ed. en español). México: Cengage Learning Editores.	Tipler, P., y Mosca, G. (2010). <i>Física para la ciencia y la tecnología</i> (6ª ed. en español, 2 vols.). Editorial Reverté.	Chang, R., y Goldsby, K. A. (2013). <i>Química</i> (11ª ed.). México: McGraw Hill Interamericana.

## Anexo 2

# Resultados de la aplicación de los ejes de comparación

**Cuadro 2.1a. La propuesta curricular de Brasil**

Contenidos-secuencia	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I	E	AP
Educación Infantil	–	3 <sup>1</sup>	2, 3 <sup>2</sup>	–
<p>Art. 9°. Las prácticas pedagógicas que componen la propuesta curricular de la Educación Infantil deben tener como ejes orientadores las interacciones y el juego, garantizando experiencias que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Incentiven la curiosidad, la exploración, el asombro, el cuestionamiento, la indagación y el conocimiento de los niños en relación al mundo físico, al tiempo y a la naturaleza.</li> <li>ii. Promuevan la interacción, el cuidado, la preservación y el conocimiento de la biodiversidad y de la sustentabilidad de la vida en la Tierra, así como el no desperdicio de los recursos naturales.</li> </ul>				
Enseñanza Fundamental	–	2, 3 <sup>3</sup>	1, 2, 3 <sup>4</sup>	2, 3 <sup>5</sup>
<p>Art. 7°. [...] los objetivos previstos para esta etapa de escolarización, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la comprensión del ambiente natural y social [...], de la tecnología [...]</li> <li>• la adquisición de conocimientos y habilidades, y la formación de actitudes y valores como instrumentos para una visión crítica del mundo.</li> </ul> <p>Art. 15°. Los componentes curriculares obligatorios de la Enseñanza Fundamental serán así organizados en relación a las áreas del conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencias de la Naturaleza.</li> </ul> <p>Art. 16°. Los componentes curriculares y las áreas de conocimiento deben articular en sus contenidos, a partir de las posibilidades abiertas por sus referenciales, el abordaje de temas comprensivos y contemporáneos que afectan la vida humana en escala global, regional y local, así como en la esfera individual. Temas como salud, sexualidad y género [...] preservación del medio ambiente [...] trabajo, ciencia y tecnología, y diversidad cultural deben permear el desarrollo de los contenidos de la base nacional común y de la parte diversificada del currículo.</p>				
Enseñanza Media	5 <sup>6</sup> , 7 <sup>7</sup>	2, 3 <sup>8</sup>	1, 2, 3 <sup>9</sup>	2, 3 <sup>10</sup>
<p>Art. 4°. Son finalidades de la Educación Media:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• el mejoramiento del educando como persona humana, incluyendo la formación ética y el desarrollo de la autonomía intelectual y del pensamiento crítico;</li> <li>• la comprensión de los fundamentos científico-tecnológicos de los procesos productivos, relacionando la teoría con la práctica.</li> </ul> <p>Art. 9°. Los componentes curriculares obligatorios que integran las áreas de conocimiento son los referentes a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencias de la Naturaleza. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biología.</li> <li>• Física.</li> <li>• Química.</li> </ul> </li> </ul> <p>Art. 12°. El currículo de Enseñanza Media debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• garantizar acciones que promuevan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• la educación tecnológica básica, la comprensión del significado de la ciencia [...]</li> </ul> </li> <li>• organizar los contenidos, las metodologías y las formas de evaluación de tal forma que al final de la Enseñanza Media el estudiante demuestre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• dominio de los principios científicos y tecnológicos que presiden la producción moderna.</li> </ul> </li> </ul>				

- 1 "Art. 8° §1: IV. el establecimiento de una relación efectiva con la comunidad local y de mecanismos que garanticen la gestión democrática y la consideración de los saberes de la comunidad. §2: Garantizada la autonomía de los pueblos indígenas en la escuela de los modos de educación de sus niños de 0 a 5 años de edad, las propuestas pedagógicas para los pueblos que optaran por la Educación Infantil deben: proporcionar una relación viva con los conocimientos, creencias, valores, concepciones del mundo y las memorias de su pueblo; reafirmar la identidad étnica y la lengua materna como elementos de constitución de los niños. §3: Las propuestas pedagógicas de Educación Infantil de los niños hijos de agricultores familiares, extractivistas, pescadores artesanales, ribereños, asentados y acampados de la reforma agraria, quilombolas, caiçaras, pueblos de la floresta, deben: reconocer los modos propios de vida en el campo como fundamentales para la constitución e identidad de los niños moradores en territorios rurales; tener vinculación inherente a la realidad de esas poblaciones, sus culturas, tradiciones e identidades, así como a prácticas ambientalmente sustentables; valorar y evidenciar los saberes y el papel de esas poblaciones en la producción de conocimientos sobre el mundo y sobre el ambiente natural" (Brasil, Resolución CNE/CEB 5/2009).
- 2 "Art 10 Las instituciones de Educación Infantil deben crear procedimientos para el acompañamiento del trabajo pedagógico y para la evaluación del desarrollo de los niños, sin objetivo de selección, promoción o clasificación, garantizando: la observación crítica y creativa de las actividades, de los juegos e interacciones de los niños en lo cotidiano; la continuidad de los procesos de aprendizaje por medio de la creación de estrategias adecuadas a los diferentes momentos de transición vividos por el niño" (Brasil, Resolución CNE/CEB 5/2009).
- 3 "Art. 11 §1 La articulación entre la base nacional común y la parte diversificada del currículo de Enseñanza Fundamental posibilita la *sintonía de los intereses más amplios de formación básica del ciudadano con la realidad local, las necesidades de los alumnos, las características regionales de la sociedad, de la cultura y de la economía* y atraviesa todo el currículo. §3 Los contenidos curriculares que componen la parte diversificada del currículo serán definidos por los sistemas de enseñanza y por las escuelas, a modo de complementar y enriquecer el currículo, *asegurando la contextualización de los conocimientos escolares de cara a las diferentes realidades.*"  
 "Art. 26 (...) con miras a la creación de un ambiente propicio para el aprendizaje, con base en: la contextualización de los contenidos, asegurando que el aprendizaje sea relevante y socialmente significativo. Párrafo único. Como protagonistas de las acciones pedagógicas, cabrá a los docentes *equilibrar el énfasis en el reconocimiento y valoración de la experiencia del alumno y de la cultura local que contribuyen para construir identidades afirmativas, y la necesidad de proveerles de instrumentos más complejos de análisis de la realidad que posibiliten el acceso a niveles universales de explicación de los fenómenos*, propiciándoles los medios para transitar entre la suya y otras realidades y culturas y participar de diferentes esferas de la vida social, económica y política."  
 "Art. 40 §1 Las escuelas de las poblaciones del campo, de los pueblos indígenas y de las quilombolas, al contar con la participación activa de las comunidades locales en las decisiones referentes al currículo, estarán ampliando las oportunidades de: reconocimiento de sus modos propios de vida, sus culturas, tradiciones y memoria colectiva; valoración de los saberes y del papel de esas poblaciones en la producción de conocimientos sobre el mundo, su ambiente natural y cultural, así como las prácticas ambientalmente sustentables que utilizan; reafirmación de la pertenencia étnica, en el caso de las comunidades quilombolas y de los pueblos indígenas, y cultivo de la lengua materna en la escuela para estos últimos, como elementos importantes de construcción de la identidad" (Brasil, Resolución CNE/CEB 7/2010).
- 4 "Art. 32 La evaluación de los alumnos, a ser realizada por los profesores y por la escuela como parte integral de la propuesta curricular y de la implementación del currículo, es redimensionadora de la acción pedagógica y debe: asumir un carácter procesual, formativo y participativo, ser continua, acumulativa y diagnóstica; utilizar varios instrumentos y procedimientos; hacer prevalecer los aspectos cualitativos del aprendizaje del alumno sobre los cuantitativos, así como los resultados a lo largo del periodo sobre los de los eventuales exámenes finales [...]."  
 "Art. 33 Los procedimientos de evaluación adoptados por los profesores y por la escuela serán articulados a las evaluaciones realizadas en nivel nacional y a las congéneres en los diferentes Estados y Municipios, creadas con el objetivo de ayudar a los sistemas de enseñanza y a las escuelas en los esfuerzos de mejoría de la calidad de la educación y del aprendizaje de los alumnos" (Brasil, Resolución CNE/CEB 7/2010).
- 5 "Art. 27 §2 La organización del trabajo pedagógico incluirá la movilidad y la flexibilización de los tiempos y espacios escolares, [...] las actividades que movilicen el raciocinio, las actitudes investigativas [...]."  
 "Art. 30 §2 Considerando las características de desarrollo de los alumnos, cabe a los profesores adoptar formas de trabajo que proporcionen mayor movilidad de los niños en los salones de clase y los lleven a [...] utilizar materiales que les ofrezcan oportunidades de raciocinar, manoseándolos y explorando sus características y propiedades" (Brasil, Resolución CNE/CEB 7/2010).
- 6 "Art. 5° La Enseñanza Media en todas sus formas de oferta y organización, se basa en: la integración entre la educación y las dimensiones del trabajo, de la ciencia, de la tecnología [...]. §2 La ciencia se concibe como el conjunto de conocimientos sistematizados, producidos socialmente a lo largo de la historia, en la búsqueda de comprensión y transformación de la naturaleza y de la sociedad. §3 La tecnología se concibe como la transformación de la ciencia en fuerza productiva o mediación del conocimiento científico y la producción, marcada, desde su origen, por las relaciones sociales que la llevaran a ser producida."  
 "Art. 12 El currículo de Enseñanza Media debe garantizar acciones que promuevan la educación tecnológica básica, la comprensión del significado de la ciencia [...]."  
 "Art. 13 Las unidades escolares [...] teniendo presente: el trabajo como principio educativo, para la comprensión del proceso histórico de producción científica y tecnológica, desarrollada y apropiada socialmente para la transformación de las condiciones naturales de vida y la ampliación de las capacidades, de las potencialidades y de los sentidos humanos" (Brasil, Resolución CNE/CEB 2/2012).
- 7 "En ese sentido, la ciencia conforma conceptos y métodos cuya objetividad permite la transmisión para diferentes generaciones, al mismo tiempo en que pueden ser cuestionados y superados históricamente, en el movimiento permanente de construcción de nuevos conocimientos" (Brasil, DCNEB, p.162).

<sup>8</sup> “Art. 5° La Enseñanza Media se basa en: la integración de conocimientos generales y, cuando sea el caso, técnico-profesionales realizada en una perspectiva de interdisciplinariedad y de contextualización; el reconocimiento y la aceptación de la diversidad y de la realidad concreta de los sujetos del proceso educativo, de las formas de producción, de los procesos de trabajo y de las culturas a ellos subyacentes.”

“Art. 7° La organización curricular de la Enseñanza Media tiene una base nacional común y una parte diversificada que no deben constituir dos bloques distintos, sino un todo integrado, de modo que garantice tanto conocimientos y saberes comunes necesarios a todos los estudiantes, como una formación que considere la diversidad y las características locales y las especificidades regionales.”

“Art. 8° §1 El currículo debe contemplar las cuatro áreas del conocimiento [Lenguas, Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias Humanas], con tratamiento metodológico que evidencie la contextualización y la interdisciplinariedad u otras formas de interacción y articulación entre diferentes ramas específicas del conocimiento.”

“Art. 15 Con fundamento en el principio del pluralismo de ideas y de concepciones pedagógicas, en el ejercicio de su autonomía y en la gestión democrática, el proyecto político-pedagógico de las unidades escolares, debe traducir la propuesta educativa construida colectivamente, garantizada la participación efectiva de la comunidad escolar y local, así como la *permanente construcción de la identidad entre la escuela y el territorio en que está insertada.*”

(Brasil, Resolución CNE/CEB 2/2012)

<sup>9</sup> “Art. 12 La Enseñanza Media debe adoptar: metodologías de enseñanza y de evaluación del aprendizaje que estimulen la iniciativa de los estudiantes.”

“Art. 16 El proyecto político-pedagógico de las unidades escolares que ofrecen la Enseñanza Media debe considerar: evaluación del aprendizaje, con diagnóstico preliminar, y entendida como proceso de carácter formativo, permanente y acumulativo.”

“Art. 21 El Examen Nacional de Enseñanza Media (ENEM) debe, progresivamente, componer el Sistema de Evaluación de la Educación Básica (SAEB), asumiendo las funciones de: evaluación sistémica, evaluación certificadora y evaluación clasificatoria” (Brasil, Resolución CNE/CEB 2/2012).

<sup>10</sup> “Art. 5° La Enseñanza Media se basa en: el trabajo y la investigación como principios educativo y pedagógico, respectivamente.”

“Art. 13 Las unidades escolares [...] teniendo presente: la investigación como principio pedagógico, posibilitando que el estudiante pueda ser protagonista en la investigación y en la búsqueda de respuestas en un proceso autónomo de (re)construcción de conocimientos.”

“Art. 16 El proyecto político-pedagógico debe considerar: la problematización como instrumento de incentivo de la investigación, la curiosidad por lo inesperado y el desarrollo del espíritu creativo; articulación entre teoría y práctica, *vinculando el trabajo intelectual a las actividades prácticas o experimentales.* Párrafo único. El proyecto político-pedagógico debe, entonces, orientar: adecuación de los recursos físicos, incluyendo la organización de los espacios, equipos, biblioteca, laboratorios y otros ambientes educativos” (Brasil, Resolución CNE/CEB 2/2012).

**Fuente:** “Ciencias de la Naturaleza” (art. 9 de la Resolución CNE/CEB 2/2012).

**Cuadro 2.2a. La propuesta curricular de Chile**

Educación básica				
Contenidos-secuencia	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC <sup>1</sup>	C-I <sup>2</sup>	E <sup>3</sup>	AP
<b>Primero</b>				
1	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
2	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
3	–	1, 2	3	1, 2, 3a
4	–	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Segundo</b>				
1	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
2	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
3	5, 7	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
4	–	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Tercero</b>				
1	–	1	1 <sup>4</sup> , 3	1, 2, 3a
2	–	1	1 <sup>5</sup> , 3	1, 2, 3a
3	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
4	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Cuarto</b>				
1	5 <sup>6</sup> , 7	1, 2 <sup>7</sup>	1, 2, 3	1, 2, 3a, 3b
2	–	1	1 <sup>8</sup> , 3	1, 2, 3a
3	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
4	5	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Quinto</b>				
1	–	1	1 <sup>9</sup> , 3	1, 2, 3a
2	–	1	1, 2, 3	1, 2, 3a
3	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
4	–	1	1 <sup>10</sup> , 3	1, 2, 3a
<b>Sexto</b>				
1	1 <sup>11</sup> , 3, 7	1, 2	3	1, 2, 3a
2	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
3	–	1	3	1, 2, 3a
4	5, 7	2 <sup>12</sup>	1, 2, 3	1, 2, 3a, 3b
<b>Séptimo</b>				
1. Materia y sus transformaciones: átomo, moléculas y transformaciones fisicoquímicas.	2, 7 <sup>13</sup>	1 <sup>14</sup>	1, 2, 3 <sup>15</sup>	1, 2 <sup>16</sup>
2. Fuerza y movimiento: Las fuerzas en la Tierra y en el espacio.	–	1	1 <sup>17</sup> , 3	1, 2, 3a
3. Tierra y universo: tamaño y estructura del universo.	–	1	3	1, 3a
4. Estructura y función de los seres vivos: sexualidad humana, consumo de drogas y autocuidado.	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
5. Organismos, ambiente y sus interacciones: ciclos biogeoquímicos e interacciones biológicas.	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Octavo</b>				
1. Materia y sus transformaciones: modelos atómicos y gases ideales.	2, 4, 7	1 <sup>18</sup>	1, 2, 3	1, 2, 3a <sup>19</sup>
2. Fuerza y movimiento: Fenómenos eléctricos.	–	1	3	1, 2, 3a
3. Tierra y universo: Dinamismo del planeta Tierra.	–	1	3	1, 2, 3a
4. Estructura y función de los seres vivos: estructura celular y requerimientos nutricionales.	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a

5. Organismos, ambiente y sus interacciones: origen y evolución de la vida.	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Mayores frecuencias</b>	–	<b>1, 2</b>	<b>1, 2, 3</b>	<b>1, 2, 3a</b>
<b>Primer año medio (educación media superior)</b>				
<b>Biología</b>				
1. Estructura y función de los seres vivos: Estructura y función de la célula.	3	2	1, 2, 3	1, 2, 3a, 3b
2. Organismo ambiente y sus interacciones: flujos de materia y energía en el ecosistema.	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Física</b>				
1. Materia y sus transformaciones: El sonido.	–	1	1 <sup>20</sup> , 3	1, 2, 3a
2. La materia y sus transformaciones: La luz.	–	1	1 <sup>21</sup> , 3	1, 2, 3a
3. Fuerza y movimiento: Descripción del movimiento, elasticidad y fuerza.	2 <sup>22</sup>	1	3	1, 2, 3a
4. Tierra y universo: Fenómenos naturales a gran escala.	–	1	1 <sup>23</sup> , 3	1, 3a
<b>Química</b>				
1. Materia y sus transformaciones: Modelo mecánico-cuántico.	5, 7	1 <sup>24</sup>	1, 2, 3 <sup>25</sup>	1, 2, 3a
2. Materia y sus transformaciones: Propiedades periódicas.	5, 7	1	1, 2, 3	1, 2, 3a
3. Materia y sus transformaciones: Teoría del enlace.	5, 7	1	1, 2, 3	1, 2, 3a, 3b
4. Materia y sus transformaciones: Leyes ponderales y estequiometría.	5, 7	2 <sup>26</sup>	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Segundo año medio (educación media superior)</b>				
<b>Biología</b>				
1. Estructura y función de los seres vivos: Genética y reproducción celular.	3	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
2. Estructura y función de los seres vivos: Hormonas y reproducción humana.	3	2	1, 2, 3	1, 2, 3a
3. Organismos, ambiente y sus interacciones: Dinámica de poblaciones y comunidades biológicas.	–	2	1, 2, 3	1, 2, 3a, 3b
<b>Física</b>				
1. Fuerza y movimiento: los movimientos y sus leyes.	–	1	1 <sup>27</sup> , 3	1, 2, 3a, 3b <sup>28</sup>
2. La materia y sus transformaciones: el calor y la temperatura.	3, 4 <sup>29</sup> , 5 <sup>30</sup>	1	3	1, 2, 3a, 3b <sup>31</sup>
3. Tierra y universo: visión del sistema solar.	3 <sup>32</sup> , 5 <sup>33</sup>	1	3	1, 3a
<b>Química</b>				
1. Materia y sus transformaciones: Propiedades generales de las soluciones.	5, 7	2 <sup>34</sup>	1, 2, 3	1, 2, 3a
2. Materia y sus transformaciones: Propiedades coligativas y conductividad eléctrica de las soluciones.	5, 7	1	1, 2, 3	1, 2, 3a
3. Materia y sus transformaciones: Bases de la química orgánica.	5, 7	1	1, 2, 3	1, 2, 3a
4. Materia y sus transformaciones: Reactividad de los compuestos orgánicos y estereoquímica.	5, 7	1	1, 2, 3	1, 2, 3a
<b>Mayores frecuencias</b> <sup>35</sup>	<b>5</b>	<b>1, 2</b>	<b>1, 2, 3</b>	<b>1, 2, 3a</b>

<sup>1</sup> En todos los programas de la educación primaria (1º a 6º) se tiene la misma descripción respecto a la naturaleza de la ciencia: “[los alumnos] adquieren particular relevancia los procedimientos inherentes a la actividad científica, como el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, la observación sistemática, la realización de experimentos, el registro y análisis de información y la puesta en común de ideas en forma colectiva” (Chile, primaria, p. 31). Además, “El docente debe promover en los estudiantes la comprensión de la naturaleza de las ciencias, entendiendo que la ciencia es un proceso y no sólo un producto acumulado de teorías o modelos. Es necesario que los alumnos, al finalizar el ciclo, inicien el camino que los llevará a percibir el conocimiento científico como provisional y que comprendan las relaciones entre el desarrollo de la ciencia, la producción tecnológica y la organización social” (Chile, primaria, p. 41).

<sup>2</sup> A lo largo de todos los programas se hace mención del contexto propio de Chile dentro de las actividades sugeridas.

<sup>3</sup> En el apartado general “Orientaciones para evaluar los aprendizajes” (p. 21) se hace mención de la evaluación formativa y sumativa, así como de autoevaluación y coevaluación. En el apartado general “Orientaciones para planificar el aprendizaje” (p. 20) se menciona como estrategia sugerida para la planificación de cada unidad el “Idear

- una herramienta de diagnóstico de conocimientos previos". Además, en el "Resumen de la unidad" se hace mención de los conocimientos previos asociados a cada unidad. También en la "Orientaciones didácticas" (p. 39) se menciona el "utilizar las experiencias e ideas previas de los estudiantes". Sin embargo, en el desarrollo de las unidades se hace mención de "Indicadores de evaluación sugeridos" con carácter sumativo. Además, aparece en todos los programas de la educación primaria por lo que aplica igual en todos los grados: "es conveniente que al momento de diseñar el trabajo de cada unidad, el docente considere que se precisará más tiempo o métodos diferentes para que algunos estudiantes logren estos aprendizajes. Para esto, debe desarrollar una planificación inteligente que genere las condiciones que le permitan: 1) Conocer los diferentes niveles de aprendizaje y conocimientos previos de los estudiantes; para esto debe tener oportunidades de conocer el trabajo individual de cada estudiante; 2) Evaluar y diagnosticar en forma permanente para reconocer las necesidades de aprendizaje [...] (Chile, primaria, p. 17). Asimismo, respecto a la evaluación, en la sección "Orientaciones para planificar el aprendizaje", se establece claramente que el profesor, al planificar debe: "A partir de las actividades, definir las evaluaciones formativas y sumativas, y las instancias de retroalimentación continua, a través de un programa de evaluación" (Chile, primaria, p. 19).
- <sup>4</sup> En la actividad 1 del OA 9 se menciona la comparación de lo investigado con las ideas previas.
  - <sup>5</sup> En la actividad 3 del OA 13 se menciona la comparación de las ideas previas con lo investigado.
  - <sup>6</sup> En la actividad 8 del OA 14 se dice "permite que los estudiantes perciban que la Naturaleza de la Ciencia está íntimamente ligada del contexto histórico y social del desarrollo de la humanidad".
  - <sup>7</sup> Algunos ejemplos de actividades: "Investigan y leen en diversas fuentes (libros, internet, revistas, etcétera) sobre el comportamiento y la utilidad de algunos materiales en estado gaseoso como por ejemplo el helio, el oxígeno" (Chile, 4º primaria, p. 69).
  - <sup>8</sup> En la actividad 1 del OA 15 se habla de recoger las ideas previas. En la actividad 1 del OA 17 se habla de recoger las ideas previas.
  - <sup>9</sup> En la actividad 1 del OA 13 se menciona de reconocer las ideas previas y preconceptos.
  - <sup>10</sup> En la actividad 1 del OA 9 se menciona la expresión de las ideas previas.
  - <sup>11</sup> En la actividad 3 del OA 18 se dice "promover una visión informada sobre la Naturaleza de la Ciencia, como por ejemplo, su 'base empírica', es decir que el conocimiento científico es empírico".
  - <sup>12</sup> Algunos ejemplos de actividades son: "Los estudiantes obtienen una foto, un dibujo o una imagen de un paisaje de internet, revistas, diarios u otros medios. La recortan y pegan en su cuaderno. Rotulan los componentes del paisaje escogido e identifican en qué estado se encuentran [...]" (Chile, 6º primaria, p. 140). "Indagan sobre la forma de utilizar los conceptos de 'temperatura' y 'calor' en situaciones cotidianas y en situaciones científicas. Finalmente definen con sus palabras los conceptos de temperatura y calor" (Chile, 6º primaria, p. 149).
  - <sup>13</sup> En las Orientaciones didácticas para la unidad de ambos programas (7º y 8º) se puede leer (respecto al Conocimiento de la investigación científica) que: "Por esto que no se limita solo a presentar los resultados de investigaciones y descubrimientos científicos, sino que debe mostrar el proceso que desarrollaron los científicos para llegar a estos resultados, dando oportunidades a los estudiantes para comprender cabalmente que se trata de un proceso dinámico en que el conocimiento se construye por etapas, a veces muy pequeñas y con el esfuerzo y la colaboración de muchos. Este conocimiento que se construye, por su naturaleza, está sujeto a cambios" (Chile, 7º y 8º secundaria, p. 28).
  - <sup>14</sup> En la sección de "Ejemplos de Actividades", para el aprendizaje "AE03 Caracterizar las transformaciones fisicoquímicas de la materia", se sugiere: 1) para el tema "Una reacción química genera nuevas sustancias": "Dan ejemplos de oxidación del hierro en objetos del entorno." (Chile, 7º secundaria, p. 43).
  - <sup>15</sup> En ambos programas (1º y 2º de bachillerato), se hace referencia a la evaluación en diferentes momentos. Particularmente en el apartado: "Planificación de la unidad", se establece lo siguiente: "La planificación de la unidad debiera seguir los siguientes pasos: [...] crear una evaluación sumativa para la unidad; idear una herramienta de diagnóstico de comienzos de la unidad; [...] generar un sistema de seguimiento de los Aprendizajes Esperados, especificando los tiempos y las herramientas para realizar evaluaciones formativas y retroalimentación" (Chile, 7º y 8º secundaria, p. 18).
  - <sup>16</sup> En la sección de "Ejemplos de Actividades", para el aprendizaje "AE03 Caracterizar las transformaciones fisicoquímicas de la materia", se sugiere: 1) para el tema "Una reacción química genera nuevas sustancias": "Luego de que el docente introduce y explica el concepto de reacciones químicas a través de ejemplos, los estudiantes experimentan con ellas" (Chile, 7º secundaria, p. 42); 2) para el tema "Reacción de combustión": "Observan detenidamente una vela apagada y luego encendida, discuten sobre el proceso de combustión" (Chile, 7º secundaria, p. 43); 3) para el tema "La materia se conserva en una reacción química": "Luego de que el profesor les da ejemplos de reacciones químicas, realizan el siguiente experimento [...]" (Chile, 7º secundaria, p. 44).
  - <sup>17</sup> En las "Orientaciones didácticas para la unidad" se menciona que "Es importante que el profesor indague las ideas previas de los alumnos sobre las fuerzas que actúan en y sobre los cuerpos celestes".
  - <sup>18</sup> En la descripción de "Aprendizajes Esperados", en los indicadores de evaluación sugeridos para el AE05, se describe: "Caracterizan los gases más comunes del entorno como el aire, gas combustible, gases que producen el "efecto invernadero", entre otros y su comportamiento". Además, para AE06: "Describen problemas relacionados con el comportamiento de los gases que se pueden presentar en contextos reales (por ejemplo, despresurización en aviones y buzos)". (Chile, 8º secundaria, p. 39). Otro ejemplo se da en la sección de Ejemplos de Actividades para el AE04 en donde puede leerse: "Luego explican, de manera general, los fenómenos de absorción y emisión de luz en un tubo fluorescente o en las señales del tránsito en una carretera". (Chile, 8º secundaria, p. 44).
  - <sup>19</sup> En las "Orientaciones didácticas para la unidad" se establece: "Esta unidad genera un espacio privilegiado tanto para el desarrollo de actividades experimentales, en lo referente al comportamiento de los gases, como también en la utilización de recursos informáticos que potencien la modelación y conocimiento del átomo y de experiencias de laboratorio virtuales y su vinculación con las TICs" (Chile, 8º secundaria, p. 41). En la descripción de "Aprendizajes Esperados", en los indicadores de evaluación sugeridos para el AE09, se sugiere: "Diseñan procedimientos simples de investigación para verificar su hipótesis. Ejecutan procedimientos simples de investigación para verificar su hipótesis" (Chile, 8º secundaria, p. 40).

- <sup>20</sup> En las "Orientaciones didácticas para la unidad" se menciona que "Hay que tener presente que las ideas previas o modelos mentales que manejan los alumnos respecto de los conceptos y fenómenos en estudio, no necesariamente están alineadas con los conocimientos científicos correspondientes. Estas preconcepciones deben ser detectadas por el docente, transformadas en insumos valiosos para la planificación de la clase y utilizadas como un punto de partida para poder movilizarlas y acercarnos a los modelos conceptuales que son aceptados científicamente".
- <sup>21</sup> En las "Orientaciones didácticas para la unidad" se menciona que "Existe una serie de preconcepciones que comúnmente traen los estudiantes sobre diferentes aspectos de la óptica. [...] La conveniencia de detectar estas preconcepciones permite que el profesor, además de planificar y elegir el modelo de enseñanza más adecuado para movilizar estos modelos mentales, las utilice como un punto de partida para construir aprendizajes significativos".
- <sup>22</sup> El AE04 de esta unidad dice "Distinguir entre ley, hipótesis y teoría en el contexto de las investigaciones que condujeron a la formulación de la ley de elasticidad de Hooke".
- <sup>23</sup> En las "Orientaciones didácticas para la unidad" se menciona que "El detectar estas y otras preconcepciones relacionadas con la dinámica de las placas, antes de iniciar el proceso de enseñanza, permite diseñar experiencias de aprendizaje significativas que les permitan modificarlas".
- <sup>24</sup> En general, se hace una contextualización pobre de los conceptos. En el mismo programa se establece que: "A menudo se cree, erróneamente, que la pedagogía basada en la indagación promueve que los estudiantes descubran por sí mismos todos los conceptos. Esto puede resultar adecuado en el caso de conceptos sencillos, pero podría tomar mucho tiempo cuando se trata de ideas más complejas. En estos casos, puede ser más eficiente que el profesor presente y explique los conceptos y que los alumnos destinen más tiempo a aplicarlos en situaciones problema y realizar la indagación" (Chile, 1º Bach, p. 28). Es por ello que se da en general, una contextualización tipo 1 y sólo en algunos casos (que se señalarán) de tipo 2.
- <sup>25</sup> En ambos programas (1º y 2º de bachillerato), se hace referencia a la evaluación en diferentes momentos. Particularmente en el apartado: "Planificación de la unidad", se establece lo siguiente: "La planificación de la unidad debiera seguir los siguientes pasos: [...] crear una evaluación sumativa para la unidad; idear una herramienta de diagnóstico de comienzos de la unidad; [...] generar un sistema de seguimiento de los Aprendizajes Esperados, especificando los tiempos y las herramientas para realizar evaluaciones formativas y retroalimentación" (Chile, 1º y 2º Bach, p. 18).
- <sup>26</sup> Un ejemplo de los pocos casos de Contextualización tipo 2 es el siguiente: en los "Indicadores de Evaluación sugeridos", para el AE03 de la U4 se puede leer: "Aplican principios de estequiometría a reacciones químicas de utilidad industrial y ambiental, por ejemplo, lluvia ácida, formación de amoníaco para fertilizantes" (Chile, 1º Bach, 2011, p. 68) y para el mismo aprendizaje, en los "Ejemplos de Actividades" se puede leer como "Observaciones al docente": "Las actividades 'Reacciones químicas industriales' y 'Estequiometría y lluvia ácida' se pueden trabajar como ejemplos de las consecuencias de los procesos de urbanización del siglo XX, vistos en el sector Historia, Geografía y Ciencias Sociales en este nivel" (Chile, 1º Bach, p. 71).
- <sup>27</sup> En las "Orientaciones didácticas para la unidad" se menciona que "Los docentes deben indagar sobre las ideas previas de sus alumnos respecto del movimiento y la fuerza. [...] Ellas puede afectar al proceso de enseñanza-aprendizaje si no se detectan y corrigen a tiempo. Será necesario planificar experiencias de aprendizaje que obliguen a los estudiantes a reconsiderarlas."
- <sup>28</sup> En el AE02 se pide "Diseñan un experimento para determinar la aceleración con que se mueve un cuerpo, por ejemplo, en caída libre o sobre un plano inclinado y comparan críticamente los datos obtenidos con la predicción teórica".
- <sup>29</sup> En el AE04 se contempla poner "en evidencia el papel de las teorías y modelos en el desarrollo de una investigación científica."
- <sup>30</sup> En la actividad 3 del AE04 se dice "Analizan el contexto histórico del experimento y discuten sobre el valor de dicha investigación, considerando las limitaciones instrumentales de la época."
- <sup>31</sup> En la actividad 5 del AE02 se propone "Diseñar un experimento para calcular la eficiencia, utilizando su definición y su método" y en la actividad 7 del mismo AE se pide "Demostrar experimentalmente que los puntos de fusión y ebullición dependen de la presión".
- <sup>32</sup> En la actividad 3 del apartado "El geocentrismo" del AE01 se menciona "Promueve su creatividad, interés y curiosidad, y les permite conocer aspectos de la naturaleza de la ciencia en estudio y la evolución de los modelos cosmológicos". En la actividad 2 del apartado "Del geocentrismo al heliocentrismo" del AE01 se menciona "Promueve su creatividad, interés y curiosidad y pueden conocer aspectos de la naturaleza de la ciencia al estudiar de la evolución de los modelos del sistema solar".
- <sup>33</sup> En la actividad 2 del apartado "Del geocentrismo al heliocentrismo" del AE01 se pide "Debaten sobre la influencia del contexto sociohistórico en el desarrollo de la ciencia y cómo, a la vez, la ciencia influye en el desarrollo sociohistórico de la humanidad [...]".
- <sup>34</sup> Otro ejemplo de Contextualización tipo 2 se da en el programa del Segundo Año Medio, en "Ejemplos de Actividades" se puede leer como "Observaciones al docente" para el AE04 de la U1: "Es recomendable que el docente se apoye en ciertas reacciones químicas de interés ambiental y pueda proponer cálculos estequiométricos a partir de disoluciones de distinta concentración y el efecto en situaciones de contaminación ambiental como la lluvia ácida. Para fortalecer esta actividad, el profesor puede trabajar experimentalmente (si cuenta con los medios en el establecimiento), proponer desafíos a los alumnos (por ejemplo, analizar el efecto de disoluciones de ácidos de distinta concentración sobre el mármol) y fomentar una discusión en torno al efecto de la lluvia ácida en el arte y las construcciones de mármol" (Chile, 2º Bach, p. 45).
- <sup>35</sup> Por mayores frecuencias de manera semicuantitativa se reconocen los indicadores que aparecen más veces. Este número sólo es para orientar.

## Estructura por grado y asignatura

Bloque	Contenido <sup>2</sup>
<b>Primaria</b>	
<b>Primer año</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades y cuidados que permiten un desarrollo sano del cuerpo como actividad física y alimentación saludable, entre otras.</li> <li>• Prevención de enfermedades por medio del correcto aseo del cuerpo y lavado de alimentos, entre otros.</li> <li>• Los sentidos, sus órganos, funciones, cuidados y protección.</li> <li>• Las características que permiten describir y diferenciar a los seres vivos de las cosas no vivas, como crecer, responder a estímulos del medio y reproducirse.</li> <li>• Las necesidades de los seres vivos: alimentación, aire, agua y protección.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales de los animales en relación con su tamaño, cubierta corporal, estructuras de desplazamiento y hábitat.</li> <li>• Estructuras principales de las plantas, como hojas, flores, tallos y raíces.</li> <li>• Características generales de semillas, frutos, flores y tallos en relación con su tamaño, color, forma y textura, entre otras.</li> <li>• Animales y plantas de nuestro país, como el puma, el zorro, el culpeo, el cóndor, el jote, el lobo marino, la lagartija esbelta, el picaflor de Juan Fernández, el ciprés, el canelo, la palma chilena, el lirio de campo, etcétera.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales de los que están hechos los objetos, como madera, plástico, goma, género, corcho, metal, entre otros.</li> <li>• Características físicas observables de los materiales (color, forma, textura y tamaño).</li> <li>• Relación entre el uso de los objetos y el material seleccionado para su elaboración.</li> <li>• Cambios en los materiales producto de la aplicación de luz, calor, agua y fuerzas.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El efecto del ciclo diario sobre los seres vivos y el ambiente.</li> <li>• Las diferencias entre las estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera) en relación con las temperaturas, cantidad de lluvia y nieve, horas de luz, etcétera.</li> <li>• Los efectos de los cambios de las estaciones del año sobre los seres vivos y el ambiente, como caída y cambio de color de hojas de los árboles, formación de nidos, postura de huevos de pájaros, diferentes prendas de vestir en los seres humanos, etcétera.</li> </ul>
<b>Segundo año</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización y función general de algunos órganos internos del cuerpo que son fundamentales para vivir; corazón, pulmones, estómago, músculos, huesos y esqueleto.</li> <li>• Necesidad de ejercicio para el fortalecimiento y desarrollo muscular.</li> <li>• Características generales de animales vertebrados: peces reptiles, anfibios, aves y mamíferos.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinción entre vertebrado y no vertebrado.</li> <li>• Clasificación de grandes grupos taxonómicos en los no vertebrados.</li> <li>• Características principales de distintos ciclos de vida de animales vertebrados y no vertebrados: anfibios, insectos, mamíferos entre otros.</li> <li>• Identificación de distintos tipos de hábitats y la relación con la supervivencia de los animales.</li> <li>• Animales nativos en peligro de extinción.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animales nativos en extinción.</li> <li>• Procesos tecnológicos que afectan el hábitat.</li> <li>• Características generales del agua.</li> <li>• Estados del agua: sólido, líquido, gaseoso.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclo del agua en la naturaleza.</li> <li>• Situaciones de ahorro y malgasto de agua.</li> <li>• Importancia del agua para los seres vivos incluido el ser humano.</li> </ul>
<b>Tercer año</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes de luz natural y artificial, como el Sol, las ampolletas y el fuego.</li> <li>• Propiedades de la luz, como viajar en línea recta, que se refleja, se separe en colores, etcétera.</li> <li>• El sonido como una vibración.</li> <li>• Las propiedades del sonido, como viajar en todas las direcciones, que se absorbe, se refleja, se transmite por medio de distintos materiales, tiene tono e intensidad, etcétera.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes del sistema solar, como el Sol, los planetas, las lunas, los cometas y los asteroides.</li> <li>• Movimiento de rotación del planeta Tierra y sus efectos.</li> <li>• Movimiento de traslación de la Tierra y sus efectos.</li> <li>• Eventos de las fases de la Luna.</li> <li>• Los eclipses de Luna y Sol.</li> </ul>

Bloque	Contenido
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partes de una planta (hojas, raíces, tallos, flor, semillas y frutos).</li> <li>Funciones de las diferentes partes de una planta.</li> <li>Necesidades de una planta para su crecimiento.</li> <li>Cambios que experimentan las plantas durante su ciclo de vida.</li> <li>Procesos de reproducción de plantas con flor (polinización, fecundación y dispersión).</li> <li>Las plantas como fuente de alimentación, respiración, refugio y protección para otros seres vivos.</li> <li>Diversidad de plantas en nuestro país.</li> <li>Uso de plantas medicinales.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Papel de los alimentos en el ser humano.</li> <li>Alimentos beneficiosos para la salud y hábitos que promueven una alimentación saludable.</li> <li>Alimentos perjudiciales para la salud, cuando son consumidos en exceso.</li> <li>Prácticas de higiene para una adecuada práctica de manipulación de alimentos.</li> <li>Prevención de contagio de enfermedades por alimentos contaminados.</li> </ul>
<b>Cuarto año</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concepto y definición de materia.</li> <li>Tres estados físicos en que se presenta la materia en su entorno inmediato; sólido líquido y gaseoso.</li> <li>Características de la materia en cada uno de los estados; capacidad de fluir, cambiar de forma y volumen, entre otros.</li> <li>Propiedades de los estados sólido, líquido y gaseoso.</li> <li>Medición de masa, volumen y temperatura.</li> <li>El peso, roce y las interacciones magnéticas como ejemplos de fuerzas.</li> <li>Efecto de deformación de los materiales por medio de fuerzas.</li> <li>Dinamómetro para medir fuerzas en situaciones estáticas.</li> <li>Efecto de las fuerzas en el cambio de movimiento (rapidez, dirección del movimiento).</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las capas de la Tierra (corteza, manto y núcleo) y sus características principales de composición, rigidez y temperatura, entre otros.</li> <li>Los movimientos de las placas tectónicas y sus características en relación a sus causas, efectos y comparaciones de magnitudes, entre otras.</li> <li>Las placas tectónicas y su relación con sismos, tsunamis y erupciones volcánicas.</li> <li>Las medidas de prevención y seguridad ante riesgos naturales producto de sismos, tsunamis y erupciones.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema esquelético, sus estructuras y funciones; protección (costillas y cráneo), soporte (vértebras y columna vertebral) y movimiento (pelvis y fémur).</li> <li>Interacción coordinada entre tendones, músculos y huesos en el movimiento; movimiento de brazos y piernas.</li> <li>El sistema nervioso, sus estructuras y funciones; conducción de información (médula espinal y nervios) y elaboración y control (cerebro).</li> <li>Efecto del consumo excesivo de alcohol en el comportamiento y la salud.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Componentes de un ecosistema.</li> <li>Adaptaciones conductuales y estructurales de plantas animales a distintos ecosistemas: cubierta corporal, formas de extremidades, tipo de hoja, hibernación, entre otras.</li> <li>Características de las cadenas alimentarias de diferentes ecosistemas.</li> <li>Acción del ser humano sobre los ecosistemas.</li> <li>Las características de los principales tipos de ecosistemas chilenos.</li> </ul>
<b>Quinto año</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporción de la Tierra cubierta por océanos, mares y agua dulce.</li> <li>Características de los océanos: temperatura, luminosidad, presión, diversidad de flora y fauna.</li> <li>Corriente de Humboldt, ubicación y sus efectos.</li> <li>Corrientes del Niño y la Niña, sus ciclos y efectos en el clima, la flora y fauna marina.</li> <li>Las mareas y sus causas.</li> <li>La actividad humana y su impacto en los océanos, mares, lagos y cursos de agua dulce.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niveles de organización de los seres vivos.</li> <li>Alimentos y su relación con las actividades vitales.</li> <li>Aporte de algunos alimentos.</li> <li>Sistema digestivo, estructuras y función.</li> <li>Sistema respiratorio, estructuras y función.</li> <li>Sistema circulatorio, estructuras y función.</li> <li>Integración de sistemas.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos nocivos que produce el cigarrillo (humo del tabaco) en el organismo.</li> <li>Agentes infecciosos causantes de enfermedades.</li> </ul>

Bloque	Contenido
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las diferentes formas que presenta la energía: calórica, lumínica, eólica, eléctrica, etcétera.</li> <li>Las máquinas y aparatos que funcionan con energía eléctrica.</li> <li>Elementos de un circuito eléctrico simple y sus funciones.</li> <li>Las conexiones en circuitos.</li> <li>La función de conductores y aislantes en los circuitos eléctricos.</li> <li>Importancia para el ser humano de la energía eléctrica.</li> </ul>
<b>Sexto año</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características de la atmósfera, hidrósfera y litósfera.</li> <li>Relación de las capas de la Tierra con el desarrollo de la vida y generación de recursos naturales.</li> <li>Tipos de rocas, formación y características.</li> <li>Formación de fósiles.</li> <li>Formación del suelo.</li> <li>Características, propiedades y clasificación de los suelos.</li> <li>Importancia del suelo para los seres vivos.</li> <li>Horizontes del suelo y características.</li> <li>Proceso de erosión, factores, causas y efectos.</li> <li>Factores que intervienen en el proceso de fotosíntesis y sustancias requeridas y producidas.</li> <li>Flujos de materia y energía entre los distintos eslabones de las cadenas y tramas alimentarias (desde productores hasta descomponedores).</li> <li>Alteraciones en los flujos de materia y energía por factores externos, por ejemplo, la actividad humana.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función del sistema reproductor femenino y masculino.</li> <li>Fabricación de espermatozoides en los testículos.</li> <li>Fabricación de óvulo en los ovarios.</li> <li>Efectos y consecuencias del consumo de drogas (alcohol, tabaco y otras) en el estado de salud del organismo y de los factores de protección y medidas de prevención apropiados.</li> <li>Requerimientos nutricionales de los organismos (tipo de nutrientes y aporte energético), y su relación con parámetros fisiológicos de edad, sexo y actividad física.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concepto de energía.</li> <li>Fuentes de energía.</li> <li>Energías renovables y no renovables.</li> <li>Formas que adopta la energía.</li> <li>Concepto de calor.</li> <li>Transformación de energía.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constitución particulada de la materia.</li> <li>Movimiento de partículas en la materia y la acción del calor.</li> <li>Estados físicos de la materia: sólido, líquido, gaseoso.</li> <li>Cambios de estado: fusión, evaporación, condensación, solidificación, sublimación.</li> <li>Participación del calor y la temperatura en los cambios de estado.</li> </ul>
<b>Séptimo año</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constitución microscópica de la materia: el átomo y la molécula.</li> <li>Elementos y compuestos como sustancias puras con propiedades definidas.</li> <li>Elementos y compuestos más comunes en la Tierra.</li> <li>Procesos de obtención de algunos elementos químicos.</li> <li>Usos de algunos elementos químicos con importancia industrial.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Magnitudes relacionadas con los estados de la materia y que intervienen en los cambios que experimenta: cantidad de sustancia, volumen, temperatura y presión.</li> <li>Transformaciones fisicoquímicas o reacciones químicas en la vida cotidiana.</li> <li>Representación de las reacciones químicas por medio de ecuaciones químicas, reactantes y productos.</li> <li>Ley de conservación de la materia en transformaciones fisicoquímicas.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerzas que actúan simultáneamente sobre un objeto en movimiento o en reposo.</li> <li>Peso, roce, normal y acción muscular.</li> <li>Fuerzas gravitacionales sobre cuerpos que se encuentran cerca de la superficie de la Tierra y sobre movimientos orbitales de satélites y planetas.</li> <li>Movimientos periódicos en el entorno.</li> <li>Periodo, amplitud y frecuencia.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las estrellas, sus tamaños y las distancias a las que se encuentran del Sol.</li> <li>Las galaxias, sus tamaños y distancia, a las que se encuentran de la Vía Láctea.</li> <li>Distancias que separan a diversos cuerpos celestes mediante la unidad de medida tiempo-luz.</li> <li>Diferencias entre planeta, satélite, cometa y asteroide.</li> </ul>

Bloque	Contenido
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función de los sistemas reproductores femenino y masculino y su relación con las etapas del desarrollo humano (fecundación, desarrollo embrionario, parto y nacimiento, lactancia y pubertad).</li> <li>Ciclo uterino y ovárico en la mujer, identificación de los días fértiles (posible fecundación).</li> <li>Fabricación del semen en los testículos y características principales de las etapas de la producción de espermatozoides.</li> <li>Aspectos biológicos, psicológicos, sociales y de salud involucrados en manifestaciones de la sexualidad humana como lactancia materna, conductas sexuales, vida en pareja, maternidad, paternidad y contagio de enfermedades de transmisión sexual.</li> <li>Paternidad responsable y enfermedades de transmisión sexual (abstinencia y métodos naturales y artificiales de control de la natalidad humana).</li> <li>Efectos y consecuencias del consumo de drogas (alcohol, tabaco y otras) en la salud del organismo, y de los factores de protección y las medidas de prevención apropiados.</li> </ul>
Unidad 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos básicos de los ciclos del carbono y del nitrógeno, y los principales efectos de la intervención humana en estos procesos.</li> <li>Efectos de algunas interacciones (competencia, depredación, comensalismo, mutualismo y parasitismo) entre los organismos de un determinado ecosistema.</li> </ul>
<b>Octavo año</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teoría atómica de Dalton, modelos atómicos de Thompson, Rutherford y Bohr.</li> <li>Constitución atómica de la materia.</li> <li>Transformaciones fisicoquímicas de la materia, formación de moléculas y macromoléculas.</li> <li>Emisión y absorción de luz en términos del modelo atómico.</li> <li>Gases, comportamiento, características, leyes que los modelan: Boyle, Gay-Lussac, Charles y la ley del gas ideal.</li> <li>Teoría cinético-molecular.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Papel de las fuerzas eléctricas en la estructura atómica y molecular.</li> <li>Las fuerzas de cohesión y el comportamiento de los sólidos frente a los líquidos y gases.</li> <li>La conductividad eléctrica en los sólidos como consecuencia del movimiento de electrones.</li> <li>La conductividad calórica como consecuencia de la agitación atómica y molecular.</li> <li>Explicación de los métodos de electrización por frotación, contacto e inducción.</li> <li>Hitos y personajes relacionados con el desarrollo histórico de la electricidad.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Principales tipos de rocas: ígneas, metamórficas, sedimentarias.</li> <li>Formación y ciclo de las rocas, minerales, fósiles.</li> <li>Transformaciones de la atmósfera, litósfera e hidrósfera a través del tiempo geológico.</li> <li>Fenómenos naturales que se producen en la atmósfera, hidrósfera y litósfera, como temporales, mareas, sismos, erupciones volcánicas, y su impacto sobre la vida.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura y función global de la célula, incluyendo su función como portadora de material genético.</li> <li>Requerimientos nutricionales de la célula.</li> <li>Función integrada de los sistemas circulatorio, respiratorio y digestivo como proveedores permanentes de gases y nutrientes a las células, y del sistema excretor y respiratorio en la eliminación de desechos provenientes de la célula.</li> <li>Características de las membranas de intercambio de gases y de absorción intestinal.</li> <li>En el interior de los órganos, la sangre circula por vasos muy finos y numerosos llamados capilares sanguíneos.</li> <li>El débito sanguíneo (cantidad de sangre que lo atraviesa) en un órgano aumenta cuando la actividad del órgano aumenta.</li> <li>El aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria en el transcurso de una actividad física contribuye a satisfacer el aumento de las necesidades de los músculos.</li> <li>Requerimientos nutricionales de los organismos (tipo de nutrientes y aporte energético) y su relación con parámetros fisiológicos de edad, sexo y actividad física.</li> </ul>
Unidad 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Principales teorías acerca del origen de la vida (creacionismo, generación espontánea, quimio-sintética) y el impacto social que han causado.</li> <li>Morfología de una especie que ha experimentado cambios a través del tiempo geológico (por ejemplo, el caballo).</li> <li>Principales grupos de seres vivos a través del tiempo evolutivo, desde las primeras manifestaciones de la vida hasta el surgimiento de la especie humana.</li> </ul>
<b>Primer año medio</b>	
<b>Biología</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moléculas orgánicas que componen la célula y sus propiedades estructurales y energéticas, en el metabolismo celular.</li> <li>Funcionamiento de los tejidos y órganos basado en la actividad de células especializadas que poseen una organización particular; por ejemplo, la célula secretora, la célula muscular.</li> <li>Fenómenos fisiológicos sobre la base de la descripción de mecanismos de intercambio entre la célula y su ambiente (transporte activo, pasivo y osmosis) y extrapolación de esta información a situaciones como la acumulación o pérdida de agua en tejidos animales y vegetales.</li> </ul>

Bloque	Contenido
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de materia orgánica por conversión de energía lumínica en química; importancia de cadenas y tramas tróficas basadas en autótrofos.</li> <li>Mecanismos de incorporación de materia y energía en organismos heterótrofos (microorganismos y animales) y autótrofos.</li> <li>Cadenas y tramas tróficas de acuerdo con la transferencia de energía y materia y las consecuencias de la bioacumulación de sustancias químicas nocivas.</li> </ul>
<b>Física</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Origen del sonido, propagación y recepción del sonido como vibraciones.</li> <li>Sonidos producidos por cuerdas, láminas y aire en cavidades y la distinta eficiencia con que transmiten las vibraciones al aire circundante.</li> <li>Tono, altura o nota musical como frecuencia de una vibración.</li> <li>Intensidad o volumen de un sonido y su relación con la amplitud de una vibración.</li> <li>El timbre de un sonido como consecuencia de la forma de la vibración o de la onda.</li> <li>Espectro auditivo: rango de frecuencias perceptibles y rango de intensidades audibles.</li> <li>La contaminación acústica: su origen, sus consecuencias y el modo de protegernos de ella.</li> <li>Reflexión, reverberación, refracción y absorción del sonido.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difracción, interferencia y pulsaciones en el sonido.</li> <li>El efecto Doppler y sus principales aplicaciones.</li> <li>La onda como propagación de energía sin transporte de materia.</li> <li>Clasificación de las ondas en: uni, bi y tridimensionales; longitudinales y transversales; viajeras y estacionarias; pulsos y ondas periódicas.</li> <li>Modos de vibración de una cuerda: el modo fundamental y sus armónicos.</li> <li>Longitud de onda, frecuencia y velocidad de onda, y la relación entre estos conceptos.</li> <li>Utilidad científica y tecnológica de los sonidos: el sonar y la ecografía.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexión difusa de la especular.</li> <li>Ley de reflexión en los espejos planos.</li> <li>Ley de refracción (o ley de Snell, en forma cualitativa).</li> <li>Imágenes en espejos planos.</li> <li>Imágenes en espejos cóncavos y convexos.</li> <li>Imágenes producidas por lentes convergentes y divergentes.</li> <li>Aplicaciones cotidianas de los espejos cóncavos y convexos.</li> <li>Aplicaciones de las lentes convergentes (como la lupa) y las divergentes.</li> <li>Funcionamiento óptico del telescopio reflector, el refractor y el microscopio.</li> <li>Comparación entre sonido y luz.</li> <li>Ondas electromagnéticas, el espectro electromagnético y sus aplicaciones.</li> <li>Historia sobre lo que se ha pensado acerca de la luz.</li> <li>Óptica del ojo humano; miopía e hipermetropía y su tratamiento por medio de lentes.</li> </ul>
Unidad 4 <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los sistemas de referencias, los sistemas de coordenadas, las diferencias entre ellos y la utilidad que prestan.</li> <li>Relatividad del movimiento en relación con la velocidad o la adición de las velocidades.</li> <li>Relatividad del movimiento en relación con la forma de la trayectoria.</li> <li>Las fuerzas, además de cambio en el movimiento, pueden producir deformaciones sobre objetos.</li> <li>Algunos objetos experimentan deformaciones permanentes y otros, momentáneas.</li> <li>Las deformaciones momentáneas permiten medir fuerzas.</li> <li>La ley de Hooke y su rango de validez.</li> <li>Medir fuerzas en situaciones estáticas.</li> </ul>
Unidad 4 <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teoría de tectónica de placas y evidencias que la apoyan.</li> <li>Interacción entre placas tectónicas y sus consecuencias: sismos, deriva continental, erupciones volcánicas, formación de cordilleras, etcétera.</li> <li>Los sismos y maremotos, sus epicentros e hipocentros, los sismógrafos y las escalas sísmicas de Mercalli y Richter.</li> <li>La seguridad de las personas frente a una emergencia sísmica.</li> </ul>
<b>Química</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades del electrón: masa, carga, spin.</li> <li>Dualidad onda-partícula del electrón y su utilidad científica y tecnológica.</li> <li>Los cuatro números cuánticos y su significado.</li> <li>Información de los elementos químicos extraída a partir de espectros electromagnéticos.</li> <li>Orbitales atómicos en los diferentes niveles energéticos alrededor del núcleo.</li> <li>Principio de incertidumbre de Heisenberg con respecto a la posición y cantidad de movimiento del electrón.</li> <li>Construcción de la configuración electrónica de distintas sustancias, a partir del principio de exclusión de Pauli, el principio de mínima energía de Aufbau y la regla de Hund.</li> <li>Electrones de valencia y sus números cuánticos.</li> </ul>

Bloque	Contenido
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aportes de investigaciones de diferentes científicos para establecer un orden de los elementos químicos (Döbereiner, Newlands, Moseley, Mendeleiev y Lothar Meyer, entre otros).</li> <li>Descripción de la configuración electrónica de diversos átomos para explicar sus diferentes ubicaciones en la tabla periódica (grupos, periodos, metales, metaloides, no-metales).</li> <li>Agrupaciones de elementos químicos de acuerdo a sus electrones de valencia (representativos, transición, transición interna).</li> <li>Propiedades periódicas de los elementos y su variación en el sistema periódico (electronegatividad, potencial de ionización, radio atómico, radio iónico, volumen atómico y electroafinidad).</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formación del enlace químico a través de los electrones de valencia.</li> <li>Enlace iónico y propiedades fisicoquímicas de las sustancias que poseen este tipo de enlace.</li> <li>Enlace covalente y propiedades fisicoquímicas de las sustancias que poseen este tipo de enlace.</li> <li>Estructuras resonantes.</li> <li>Representación del enlace químico a través de estructuras de Lewis.</li> <li>Distribución espacial de moléculas a partir de las propiedades electrónicas de los átomos constituyentes.</li> <li>Geometría molecular y electrónica.</li> <li>Modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia.</li> <li>Fuerzas intermoleculares que permiten mantener unidas diversas moléculas entre sí y con otras especies.</li> <li>Atracción dipolo-dipolo, atracción ión-dipolo, fuerzas de atracción de Van der Waals, fuerzas de repulsión de London y puente de hidrógeno.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leyes de la combinación química en reacciones químicas que dan origen a compuestos comunes: ley de conservación de la materia, ley de las proporciones definidas y ley de las proporciones múltiples.</li> <li>Relaciones cuantitativas en diversas reacciones químicas: cálculos estequiométricos, reactivo limitante, reactivo en exceso, porcentaje de rendimiento, análisis porcentual de compuestos químicos.</li> <li>Determinación de fórmulas empíricas y moleculares, mediante métodos porcentuales y métodos de combustión.</li> </ul>
<b>Segundo año medio</b>	
<b>Biología</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los caracteres que se encuentran en las generaciones sucesivas son llamados caracteres hereditarios.</li> <li>Las condiciones de vida pueden modificar ciertos caracteres.</li> <li>Los cromosomas son el soporte del programa genético.</li> <li>Un número anormal de cromosomas impide el desarrollo normal del embrión.</li> <li>Los genes son unidades de información genética que determinan los caracteres hereditarios.</li> <li>Los genes poseen diferentes versiones para un mismo carácter.</li> <li>Cada célula posee todo el programa genético del individuo, pero expresa sólo una parte de éste.</li> <li>El mecanismo que permite la conservación de la información genética en el transcurso de la división celular (mitosis) y de la generación de células haploides (meiosis) en la gametogénesis.</li> <li>Importancia de la mitosis y su regulación en procesos de crecimiento, desarrollo y cáncer, y de la meiosis en la variabilidad del material genético.</li> <li>Principios básicos de genética mendeliana de ejercicios de transmisión de caracteres por cruzamientos dirigidos y herencia ligada al sexo.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>El mecanismo general de acción hormonal en el funcionamiento de los sistemas del organismo y análisis del caso particular de la regulación hormonal del ciclo sexual femenino.</li> <li>La sexualidad humana y la reproducción como aspectos fundamentales de la vida y su responsabilidad individual asociada.</li> <li>La regulación hormonal de la glicemia en la sangre y prácticas médicas relacionadas con la alteración de estos parámetros.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atributos básicos de las poblaciones y comunidades biológicas.</li> <li>Factores que condicionan la distribución de las poblaciones y comunidades biológicas.</li> <li>Efectos específicos de la actividad humana en la biodiversidad y en el equilibrio de los ecosistemas.</li> </ul>
<b>Física</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>El itinerario como tabla, gráfico o función.</li> <li>Las velocidades media e instantánea en movimientos uniformes y uniformes acelerados.</li> <li>Los gráficos posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo.</li> <li>La caída libre y el lanzamiento vertical.</li> <li>Los efectos del peso, la fuerza de roce, la fuerza normal y la tensión.</li> <li>Los principios de Newton.</li> <li>El trabajo mecánico y la potencia mecánica.</li> <li>Las energías cinética y potencial gravitatoria y la conservación de la energía mecánica.</li> <li>El momentum lineal, el impulso y la ley de conservación del momentum lineal.</li> </ul>

Bloque	Contenido
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dilatación lineal, superficial y volumétrica. El caso anómalo del agua.</li> <li>Termómetros y escalas termométricas. El cero absoluto y su inferencia.</li> <li>Temperatura y energía interna como una manifestación de la energía cinética de átomos y moléculas.</li> <li>Diferencia entre sensación térmica y temperatura.</li> <li>Equivalente mecánico del calor y ley de enfriamiento de Newton.</li> <li>Calor absorbido y calor cedido en sistemas aislados, calor específico y capacidad térmica.</li> <li>Cálculo de temperaturas de equilibrio térmico en mezclas.</li> <li>Origen del efecto invernadero, regulación de temperatura corporal en animales y humanos, y balance energético a través de calorías consumidas y trabajo realizado.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características del modelo geocéntrico de Ptolomeo.</li> <li>Características del modelo heliocéntrico de Copérnico.</li> <li>Contexto sociohistórico en que se desarrollaron los modelos geocéntrico y heliocéntrico.</li> <li>Las leyes de Kepler y la descripción de las órbitas planetarias.</li> <li>Significado e importancia de la Ley de Gravitación Universal de Newton.</li> <li>La teoría planetesimal y las evidencias que la avalan.</li> </ul>
<b>Química</b>	
Unidad 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características de las soluciones según sus propiedades generales: estado físico, solubilidad, concentración, conductividad eléctrica.</li> <li>Concentración de las soluciones, unidades de concentración de las soluciones.</li> <li>Preparación de soluciones a concentraciones definidas.</li> <li>Estequiometría de reacciones químicas en solución.</li> <li>Aplicaciones tecnológicas de las soluciones químicas.</li> </ul>
Unidad 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades coligativas de las soluciones: presión de vapor, punto de ebullición, punto de congelación.</li> <li>Relación entre la presión y la concentración de las soluciones: presión de vapor y ley de Raoult, presión osmótica y ecuación de Van't Hoff.</li> <li>Relación entre la temperatura y la concentración de las soluciones: ascenso ebulloscópico, descenso crioscópico.</li> <li>Conductividad eléctrica de las soluciones.</li> </ul>
Unidad 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Origen del petróleo, teorías acerca del origen del petróleo y sus derivados.</li> <li>Propiedades fisicoquímicas del carbono: tetravalencia, hibridación, ángulos, distancias y energía de enlace.</li> <li>Nomenclatura de compuestos orgánicos, reglas para nombrar los compuestos orgánicos.</li> <li>Representación de moléculas orgánicas en variadas formas: fórmula molecular, fórmula estructural expandida, fórmula estructural condensada, fórmula de esferas y varillas y fórmula lineal o topológica.</li> <li>Grupos funcionales presentes en compuestos orgánicos: nombre de compuestos orgánicos, propiedades fisicoquímicas que caracterizan a compuestos con un grupo funcional determinado, usos industriales y aplicaciones tecnológicas. Estructuras resonantes.</li> </ul>
Unidad 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reacciones químicas de compuestos orgánicos: reacción de adición, reacciones de sustitución, reacciones de eliminación y reacciones de reordenamiento.</li> <li>Estructura tridimensional de moléculas orgánicas: fórmulas en perspectiva, proyecciones de Newman, proyecciones de caballete y conformaciones de compuestos cíclicos.</li> <li>Estereoquímica e isomería en compuestos orgánicos: isómeros constitucionales y estereoisómeros, configuraciones R y S.</li> </ul>

<sup>1</sup> Tomados del apartado "Conocimientos" o "Contenidos" en el "Resumen de la unidad" correspondiente, o bien del cuadro de "Contenidos Mínimos" de la unidad correspondiente en el caso de 3º y 4º Año Medio.

<sup>2</sup> Hemos respetado la asignación curricular original de este tema en Física; sin embargo, en el conteo de temas que se ha hecho, lo incorporamos como de ciencias de la Tierra.

## Cuadro 2.3a. La propuesta curricular de República de Corea (Corea del Sur)

### Estructura por grado y asignatura

Biología	
Bloque	Contenidos
<b>3º Grado</b>	
C. Los ciclos de vida de los animales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender los cambios a lo largo de los ciclos de vida de los animales.</li> <li>Reconocer las diferencias entre los ciclos de vida de varios animales.</li> </ul>
E. El mundo de los animales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer las formas y características de varios animales.</li> <li>Explicar las formas y estilos de vida de acuerdo a los diferentes hábitos de los animales.</li> <li>Clasificar por categorías varios animales de acuerdo a sus semejanzas y diferencias.</li> </ul>
<b>4º Grado</b>	
C. El ciclo de vida de las plantas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer las formas y características de algunas plantas.</li> <li>Reconocer las diferencias entre los ciclos de vida entre varias plantas.</li> </ul>
D. El mundo de las plantas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer las formas y características de varias plantas.</li> <li>Explicar las formas y estilos de vida de acuerdo a los diferentes hábitos de las plantas.</li> <li>Clasificar por categorías varias plantas de acuerdo a sus similitudes y diferencias.</li> </ul>
<b>5º Grado</b>	
C. Las plantas, estructura y función.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender la estructura y función de la raíz, tallo, hoja, flor y fruto de la planta.</li> <li>Explicar las relaciones entre raíces, tallos, hojas y frutos.</li> </ul>
E. El mundo de los microorganismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender las características de varios microorganismos incluyendo mohos, algas (<i>Spirogyra</i>) y larvas de mosquito en su entorno.</li> <li>Comprender los entornos de vida de microorganismos.</li> <li>Entender las relaciones entre la vida humana y los microorganismos.</li> </ul>
F. El cuerpo humano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender la estructura y la función de huesos y músculos.</li> <li>Entender la estructura y la función de los órganos digestivos, circulatorios, respiratorios, excretorios y sensoriales.</li> </ul>
<b>6º Grado</b>	
C. El ecosistema y el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender la relación entre productores, consumidores y descomponedores en un ecosistema.</li> <li>Entender cómo factores ambientales, incluyendo luz, temperatura, agua, etcétera, influyen en los organismos.</li> </ul>
<b>7º Grado</b>	
D. La organización y diversidad de los organismos vivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender la estructura fundamental y función de la célula.</li> <li>Entender la similitudes y diferencias entre las células vegetales y las animales.</li> <li>Entender la sistemática de las fases de organización en las plantas y los animales.</li> </ul>
F. Nutrición de las plantas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender la estructura y función de las raíces en relación con la absorción del agua y nutrientes inorgánicos.</li> <li>Explicar la estructura y la función del tallo en relación con el movimiento del agua y los nutrientes.</li> <li>Explicar la estructura y la función de las hojas en relación con la transpiración y la fotosíntesis.</li> <li>Entender la función de la transpiración y factores que la influyen.</li> <li>Entender cuáles son las sustancias necesarias para la fotosíntesis y qué sustancias produce la fotosíntesis.</li> <li>Entender la translocación y la transformación de los nutrientes derivados de la fotosíntesis.</li> </ul>
<b>8º Grado</b>	
D. La digestión y la circulación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender las diferentes clases y funciones de los nutrientes.</li> <li>Entender la digestión, absorción y transferencia de alimento a través de los órganos digestivos.</li> <li>Entender los componentes de la sangre y sus funciones individuales.</li> <li>Entender la función de los vasos sanguíneos y el corazón.</li> <li>Entender lo que hace la sangre durante la circulación y sobre la vía de circulación de la sangre.</li> </ul>

G. La respiración y la excreción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender la estructura y la función de los órganos respiratorios y explicar sus principios.</li> <li>Explicar el proceso de intercambio de gases durante la respiración externa e interna.</li> <li>Entender el proceso de obtención de energía en el cuerpo de los animales.</li> <li>Entender la estructura y la función de los órganos excretores.</li> <li>Comprender integralmente la relación entre digestión, circulación, respiración y excreción.</li> </ul>
-----------------------------------	--

#### 9º Grado

A. El estímulo y la respuesta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender la estructura y la función de los órganos sensoriales.</li> <li>Entender la estructura y la función de las neuronas y del sistema nervioso y la vía de respuesta de los estímulos.</li> <li>Entender cómo las drogas relacionadas con el sistema nervioso influyen en el cuerpo humano.</li> <li>Conocer la función de las principales hormonas en los seres humanos y comprender los cambios físicos de los adolescentes en relación con las hormonas.</li> <li>Entender la regulación de las hormonas y los nervios sobre cambios de las condiciones internas y externas del cuerpo.</li> </ul>
H. La reproducción y el desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar las características entre mitosis y meiosis.</li> <li>Entender los procesos de fertilización y desarrollo de plantas y animales.</li> <li>Entender la estructura y la función de los órganos reproductores humanos.</li> </ul>

#### 10º Grado

D. La herencia y la evolución.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender los conceptos de genes y cromosomas.</li> <li>Entender los principios fundamentales de la herencia basados en la teoría de Mendel.</li> <li>Explicar los métodos de investigación de genética humana y varios fenómenos genéticos.</li> <li>Entender los principios de la herencia utilizando el pedigrí humano.</li> <li>Explicar utilizando evidencias la evolución de los organismos vivientes.</li> <li>Contrastar diversas teorías de la evolución.</li> </ul>
H. Las ciencias de la vida y el futuro de la especie humana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender los procesos de desarrollo de las ciencias de la vida.</li> <li>Comprender las distintas tecnologías usadas en la investigación de las ciencias de la vida y dar ejemplos del uso de las ciencias de la vida en nuestras vidas.</li> <li>Reconocer cómo el desarrollo de las ciencias de la vida influye en la sociedad y su futuro.</li> <li>Tomar decisiones de forma racional a cuestiones relacionadas con ciencias de la vida.</li> </ul>

### Ciencias de la tierra

Bloque	Contenidos
--------	------------

#### 3er Grado

D. El clima y nuestra vida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer cómo se usan los termómetros y entender que la temperatura puede variar dependiendo de dónde y cuándo es medida.</li> <li>Comprender el principio que está detrás de la medición de una cantidad de lluvia.</li> <li>Conocer y usar los símbolos para representar la velocidad y la dirección del viento.</li> <li>Conocer los tipos de nubes en términos de su forma y color, y entender que cambian todo el tiempo.</li> <li>Interpretar la información del tiempo contenida en los periódicos.</li> </ul>
-----------------------------	---

#### 4º Grado

A. Los estratos geológicos y los fósiles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender el procedimiento de formación de estratos e inferir qué placa se formó primero que las otras.</li> <li>Conocer las características de los estratos y como varían.</li> <li>Entender cómo las rocas sedimentarias se forman y clasifican por sus características.</li> <li>Conocer cómo se originan los fósiles y hacer una lista de ejemplos de fósiles.</li> </ul>
E. Los cambios en la superficie de la tierra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer diferentes tipos de suelos, permeabilidad del agua, tamaño de partículas y cantidad de componentes orgánicos.</li> <li>Entender cómo se forma el suelo y su relación con la materia viva.</li> <li>Entender cómo los flujos de agua producen cambios en la superficie terrestre y conocer las características diferenciadas de relieve en la orilla del río.</li> <li>Explicar cómo el mar produce cambios sobre la superficie de la tierra.</li> <li>Entender la importancia del suelo y su método de preservación.</li> </ul>
G. Los volcanes y los sismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saber que los volcanes emiten gas, lava y cenizas volcánicas.</li> <li>Entender que la actividad volcánica cambia la superficie terrestre.</li> <li>Entender cómo las rocas ígneas forman y diferencian granito de basalto.</li> <li>Entender las causas de los sismos y saber dónde volcanes y sismos se dan más frecuentemente.</li> <li>Explicar cómo se minimiza el daño de un sismo.</li> </ul>

---

### 5º Grado

---

- A. La Tierra y la Luna.
- Compara la forma de la tierra y la superficie de la Luna, y explicar por qué los seres vivos existen exclusivamente en la Tierra.
  - Explica el día y la noche terrestre en relación con la rotación de la tierra.
  - Explica en qué dirección se mueve la Luna durante un día.
  - Conoce cómo y por qué las formas y lugares de la Luna cambian cuando la observamos a la misma hora después de la puesta del Sol, durante varios días.
- 
- H. El sistema solar y las estrellas.
- La Tierra recibe el poder del Sol.
  - Comparar la distancia relativa y el tamaño del Sol en los planetas y entender el concepto de revolución.
  - Comprender el rastro de las estrellas a través de un día.
  - Entender que nosotros podemos ver diferentes constelaciones por estación y averiguar cuál es la constelación representante de la temporada.
  - Considerar la razón de por qué los seres humanos sondan el universo y persiguen el sueño de la exploración del espacio.
- 

### 6º Grado

---

- D. Cambios del clima.
- Explicar cómo la humedad afecta a nuestras vidas.
  - Entender cómo se forman el rocío y la niebla y explicar las diferencias entre ellos.
  - Entender el procedimiento de cómo las nubes se forman y caen la lluvia y la nieve.
  - Entender por qué el viento sopla y explicar los cambios de dirección del viento en el día y la noche en las áreas costeras.
  - Conocer el procedimiento de predicción del tiempo y cómo utilizar la información del tiempo en nuestra vida.
  - Explicar las características climáticas de la temporada con las características de los flujos de aire.
- 
- F. Los cambios estacionales.
- Entender los patrones de cambio del amanecer y atardecer y la temperatura según las estaciones.
  - Entender las relación entre la longitud de una sombra y la temperatura de acuerdo a la altura del Sol.
  - Comprender la relación entre la altitud del Sol y la energía de la radiación solar que llega a la superficie terrestre.
  - Comprender los cambios estacionales en cuanto a los cambios de altura meridiana.
- 

### 7º Grado

---

- E. Materiales y cambios en la corteza terrestre.
- Conocer y caracterizar los ocho elementos de que se compone la corteza terrestre y la mayor parte de minerales que la forman.
  - Entender el ciclo de formación de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.
  - Explicar el proceso topográficos de formación de la corteza terrestre.
  - Comprender el proceso de formación del suelo por el clima y su importancia.
  - Averiguar los patrones de la topografía artificial y listar sus efectos.
- 
- G. Fuerza y movimiento.
- Explicar varios tipos de fuerzas como gravitación, fuerza eléctrica, fuerza magnética, fricción y flotabilidad.
  - Calcular la fuerza neta de dos fuerzas que actúan sobre un objeto.
  - Describir los diferentes patrones de movimiento de objetos con una velocidad constante, con velocidad cambiante y cambios en dirección y movimiento en términos de tiempo y posición.
  - Predecir el movimiento de un objeto cuando las fuerzas actúan sobre él y cuando las fuerzas no actúan sobre de él.
- 
- H. Movimientos y placas tectónicas.
- Entender cómo investigar la estructura de las capas internas de la tierra y conocer las características de cada tabla.
  - Entender la evolución teórica del movimiento continental de las placas tectónicas.
  - Explicar la actividad volcánica y los sismos usando la tectónica de placas.
  - Conocer el grado de daño de los sismos y cómo reducirlos.
  - Entender los procesos orogénico y epirogénico.
  - Entender los procesos de pliegues, fallas y discordancias.
- 

### 8º Grado

---

- E. El sistema solar.
- Entender los argumentos relativos a la forma de la Tierra en la historia de las ciencias, y presentar pruebas de que es redonda.
  - Entender los métodos para medir los tamaños de la Tierra, la Luna y el Sol.
- 
- ▶

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar las características del sistema solar y los componentes de los cuerpos celestes.</li> <li>• Entender las características físicas de la Luna.</li> <li>• Explicar fenómenos que muestran la superficie del Sol y los efectos de la actividad solar sobre los satélites y dispositivos de comunicación.</li> <li>• Entender cómo se explora el sistema solar.</li> </ul>
H. Las estrellas y el universo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender cómo se mide la distancia a una estrella usando el paralaje anual.</li> <li>• Entender cualitativamente la correlación entre luminosidad, distancia y magnitud de las estrellas.</li> <li>• Explicar la relación entre el color y la temperatura de la superficie de las estrellas.</li> <li>• Encontrar a las estrellas usando un mapa de constelaciones.</li> <li>• Explicar nebulosas, cúmulos de estrellas, galaxias y saber que las galaxias adicionales tienen varias formas.</li> <li>• Explicar la composición y la estructura de nuestra galaxia.</li> <li>• Entender la teoría de la expansión del universo.</li> </ul>
<b>9º Grado</b>	
D. Características de la atmósfera y cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender balance térmico y el equilibrio de radiación.</li> <li>• Entender las características de las capas y composición de la atmósfera.</li> <li>• Comprender cualitativamente la relación del punto de rocío y la humedad relativa en el proceso de formación de las nubes y la lluvia.</li> <li>• Comprender el concepto de presión del aire y las razones por las que el viento sopla.</li> <li>• Explicar las causas de la circulación general atmosférica y distribución de la presión del aire, viento y lluvias de acuerdo con la latitud.</li> <li>• Comprender masa de aire, aire frontal y climas en alta y baja presión de aire y ser capaz de interpretar un mapa del clima.</li> <li>• Conocer ejemplos del uso de la predicción del tiempo en nuestras vidas y explicar diferentes clases de desastres climáticos, sistemas de alerta meteorológica y la forma de gestionar este tipo de desastres.</li> </ul>
G. La composición y el movimiento del agua de mar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la distribución del agua en la tierra, la importancia del agua y la necesidad de suministro de los recursos de agua en Corea.</li> <li>• Conocer los factores que afectan la temperatura y la salinidad del agua de mar, y comprender la ley de la conservación de la salinidad.</li> <li>• Conocer la distribución de la circulación en la superficie de los océanos y explicarla con respecto a la circulación general atmosférica.</li> <li>• Conocer las principales corrientes del océano cerca de Corea y movimientos de las mareas.</li> <li>• Conocer las características topográficas del suelo del océano incluyendo los cercanos a Corea.</li> <li>• Explicar las causas y medidas de la contaminación de los océanos.</li> </ul>
<b>10º Grado</b>	
A. El sistema terrestre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender que el sistema terrestre consiste de la litósfera, atmósfera, hidrósfera, biósfera y exósfera.</li> <li>• Entender los cambios en la superficie terrestre y el clima en relación con el proceso de equilibrio de energía por la interacción entre cada esfera o capa.</li> <li>• Entender el proceso de origen y formación de la tierra.</li> <li>• Explicar los métodos de investigación del medio ambiente y de la vida en periodos geológicos por el uso de fósiles y procesos sedimentarios.</li> <li>• Entender cómo discernir los periodos geológicos y ser capaz de clasificarlos en eras.</li> <li>• Entender ambiente y la interacción de la Tierra entre los procedimientos evolutivos de las formas de vida en las eras y conocer la distribución geológica representante de Corea en cada era.</li> <li>• Explorar los factores que afectarán nuestro futuro como el cambio climático, el ambiente contaminado, la escasez de recursos y el impacto de asteroides, y entender los esfuerzos humanos por gestionarlos.</li> </ul>
F. Movimiento de los cuerpos celestes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar evidencia de la rotación y revolución de la Tierra.</li> <li>• Explicar las causas de las estaciones de la Tierra.</li> <li>• Comprender el movimiento aparente de los planetas.</li> <li>• Entender un método para calcular la distancia a un planeta trazando órbitas de los planetas interiores y exteriores.</li> <li>• Comprender cómo se reemplazó el universo geocéntrico con la teoría heliocéntrica y cómo este cambio ha afectado a la sociedad.</li> <li>• Explicar la rotación, revolución y eclipse de la Luna.</li> </ul>

## Física

Bloque	Contenidos
<b>3º Grado</b>	
A. Las propiedades de los imanes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos sobre los imanes, atracción y repulsión entre ellos.</li> <li>• Conocimiento de por qué las agujas magnéticas apuntan siempre hacia una dirección específica.</li> </ul>
F. La luz se desplaza en línea recta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica la razón de por qué una sombra se forma en relación con el concepto de que la luz se desplaza en línea recta.</li> <li>• Conocer los factores que afectan el tamaño de la sombra.</li> </ul>
<b>4º Grado</b>	
B. El peso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la relación entre la distancia y el peso cuando la viga está en equilibrio sobre un punto de apoyo.</li> <li>• Explicar la relación entre el peso de un objeto unido a un resorte y la cantidad de estiramiento que resulta.</li> </ul>
H. La transferencia del calor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar transferencia del calor por conducción, convección y radiación.</li> <li>• Identificar en la vida real ejemplos de conducción, convección y radiación.</li> </ul>
<b>5º Grado</b>	
D. La velocidad de un objeto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar la velocidad de los objetos por el tiempo que tardan en recorrer cierta distancia.</li> <li>• Comparar las velocidades y las distancias recorridas en cierto periodo del tiempo.</li> <li>• Saber el significado de la velocidad y su representación con unidades.</li> </ul>
G. El circuito eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar cómo construir circuitos eléctricos.</li> <li>• Dibujar diagramas de circuitos y construir circuitos eléctricos de diagramas de circuitos.</li> <li>• Explicar la relación entre el modo como están conectadas las bombillas y su luminosidad.</li> </ul>
<b>6º Grado</b>	
B. La luz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender que la luz que viaja en línea recta es reflejada y es refractada, e identificar ejemplos de la vida real.</li> <li>• Explicar el proceso por el cual son vistos los objetos en términos de cómo viaja la luz.</li> </ul>
G. La energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la energía potencial, la energía cinética y la energía térmica como la capacidad para hacer un trabajo.</li> <li>• Identificar ejemplos de transferencia de energía de la vida real y explicar en los ejemplos el proceso de transferencia de energía.</li> <li>• Explicar la utilidad de la polea, el plano inclinado y la palanca.</li> </ul>
I. Los campos magnéticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber que los imanes producen campos magnéticos alrededor de sí mismos.</li> <li>• Saber que los campos magnéticos se producen alrededor de un alambre recto cuando una corriente eléctrica fluye a través del alambre.</li> </ul>
<b>7º Grado</b>	
G. La fuerza y movimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar varias clases de fuerzas como la gravedad, la electricidad, el magnetismo, la fricción y la flotabilidad.</li> <li>• Calcular la fuerza neta de dos fuerzas que actúan sobre un objeto.</li> <li>• Describir los diferentes patrones de movimiento en una velocidad constante, una velocidad cambiante y cambio de dirección del movimiento en términos de tiempo y posición.</li> <li>• Predecir el movimiento de un objeto cuando las fuerzas actúan sobre de él y cuando no actúan sobre él.</li> </ul>
I. La electrostática.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las propiedades de la electricidad.</li> <li>• Conocer las fuerzas eléctricas que existen entre dos objetos cargados.</li> <li>• Explicar el proceso de inducción electrostática.</li> </ul>
<b>8º Grado</b>	
A. Energía térmica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar el balance de calor.</li> <li>• Entender el calor específico, y la capacidad de calor en sólidos y líquidos.</li> <li>• Conocer la expansión térmica entre diferentes sólidos y líquidos e identificar ejemplos usando las diferencias de expansión térmica.</li> </ul>



F. La luz y las ondas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar usando la ley de la reflexión cómo se forman las imágenes en un espejo plano.</li> <li>• Explicar cualitativamente cómo las imágenes se forman en espejos cóncavos y convexos.</li> <li>• Explicar cualitativamente cómo las imágenes se forman por lentes cóncavos y convexos.</li> <li>• Conocer la dispersión y la composición de la luz.</li> <li>• Explicar los procesos de generación y propagación de una onda.</li> <li>• Explicar las diferencias entre ondas longitudinales y transversales.</li> <li>• Explicar el proceso del ruido.</li> <li>• Describir el efecto del ruido en nuestras vidas.</li> </ul>
------------------------	---

### 9º Grado

C. El trabajo y la energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el concepto de trabajo y explicar el de energía.</li> <li>• Explicar las relaciones entre trabajo y energía.</li> <li>• Explicar el principio del trabajo.</li> <li>• Entender la energía cinética y potencial.</li> <li>• Explicar Ley de Conservación de la Energía Mecánica.</li> <li>• Explicar que la energía se conserva en el proceso de transferencia de energía y dar ejemplos.</li> </ul>
E. La electricidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender que la corriente y la carga eléctrica son conservadas cuando la corriente eléctrica fluye.</li> <li>• Entender los conceptos de conductores y aisladores.</li> <li>• Explicar la relación entre resistencia, corriente y voltaje en un circuito cerrado.</li> <li>• Aplicar la ley de Ohm a las resistencias en series en paralelo.</li> <li>• Entender que la energía eléctrica se convierte en energía térmica e identificar ejemplos reales de esto.</li> <li>• Conocer cómo usar la electricidad efectiva y sin peligro, y aplicar estos métodos en la vida real.</li> </ul>

### 10º Grado

B. El movimiento de un objeto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la velocidad y la aceleración.</li> <li>• Explicar el movimiento uniforme y el uniformemente acelerado.</li> <li>• Explicar la ley de la inercia dando ejemplos.</li> <li>• Explicar las relaciones entre fuerza, masa y aceleración.</li> <li>• Comprender la ley de acción-reacción.</li> </ul>
G. El electromagnetismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar los campos magnéticos que se forman alrededor de un alambre recto, un alambre circular y el solenoide.</li> <li>• Explicar la fuerza que actúa sobre la corriente eléctrica en un campo magnético.</li> <li>• Explicar el principio de la inducción electromagnética.</li> </ul>
I. La energía en la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer varias clases de energía transformadas de la energía solar como la última fuente de energía para la Tierra. Dar ejemplos sobre energías alternativas incluyendo reciclaje de basura, bioenergía, fusión nuclear y celdas solares, pilas de combustible, energía generada por agua y mareas, energía generada por el viento, etcétera.</li> <li>• Entender que la energía solamente se transforma de una a otra forma y que no puede ser creada ni destruida.</li> <li>• Entender los cambios que ocurren con un incremento en la entropía en un sistema aislado sin calor dentro o fuera.</li> <li>• Entender la eficiencia del flujo de energía en un ecosistema.</li> <li>• Entender el desarrollo de tecnologías relacionadas con la utilización de distintas energías alternativas y sus ventajas y desventajas.</li> </ul>

## Química

Bloque	Contenidos
<b>3º Grado</b>	
B. Los objetos y materiales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Darse cuenta de que los objetos cercanos están hechos de algo tangible</li> <li>• Explicar que los materiales que constituyen un objeto en particular determinan el carácter del objeto.</li> <li>• Varios objetos y materiales pueden clasificarse en sólidos, líquidos y gases.</li> </ul>
G. Los líquidos y gases.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender un método para comparar los volúmenes de líquidos entre diferentes formas.</li> <li>• Medir los volúmenes de líquidos y expresar los resultados con unidades correctas.</li> <li>• Explicar con evidencias la existencia del aire.</li> </ul>

H. La separación de mezclas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar el método de separación de una mezcla sólida.</li> <li>• Explicar el método de separación de una mezcla líquida disuelta.</li> <li>• Explicar el método de separación de una mezcla de sólido y líquido.</li> <li>• Presentar casos en que se usan los métodos de separación de mezclas en la vida diaria.</li> </ul>
<b>4º Grado</b>	
F. Los cambios de fase del agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar los cambios de fase del agua.</li> <li>• Explicar cómo el peso y el volumen cambian durante el cambio de fase del agua en hielo.</li> <li>• Calcular la cantidad del agua del grifo y discutir los métodos usados para reducir su consumo.</li> </ul>
<b>5º Grado</b>	
B. La disolución y la solución.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber que la cantidad de soluto disuelto depende del tipo y la cantidad de disolvente.</li> <li>• Explicar la relación entre la temperatura y la cantidad de soluto disuelto.</li> <li>• Saber que no hay cambio de peso antes y después de la disolución.</li> </ul>
<b>6º Grado</b>	
A. Los ácidos y las bases.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar en algunas soluciones cambios de color que ocurren cuando se usan indicadores y que las soluciones se pueden ordenar usando los cambios de color.</li> <li>• Expresar la naturaleza de las soluciones de ácidos y bases.</li> <li>• Explicar el carácter de los cambios de las soluciones cuando se mezclan ácidos y bases.</li> <li>• Usar ejemplos de soluciones de ácidos y bases en la vida diaria.</li> </ul>
E. Los gases varios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar cuantitativamente la relación entre el volumen y la presión de un gas.</li> <li>• Explicar cuantitativamente la relación entre el volumen y la temperatura de un gas.</li> <li>• Entender cómo se forman el oxígeno y el bióxido de carbono y sus características.</li> <li>• Investigar qué gases usamos en la vida diaria y explicarlo usando la naturaleza de los gases.</li> </ul>
H. La combustión y la extinción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar los cambios en una vela encendida.</li> <li>• Reconocer los requerimientos de la combustión y extinguiendo y las relaciones entre ambas.</li> <li>• Aprender sobre la prevención de incendios y un plan de seguridad en caso de que se produzcan incendios y el uso correcto de un extintor de incendios.</li> </ul>
<b>7º Grado</b>	
A. Las tres fases de la materia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la evaporación y la difusión por medio de uso de modelos.</li> <li>• Explicar usando datos experimentales la relación entre la presión y el volumen de un gas y la temperatura y el volumen de un gas.</li> <li>• Explicar usando modelos los cambios de volumen de acuerdo con la presión del gas o su temperatura.</li> </ul>
B. Movimiento de las moléculas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la evaporación y difusión por medio de uso de modelos.</li> <li>• Explicar usando datos experimentales, la relación entre la presión, el volumen y la temperatura de un gas.</li> <li>• Explicar los cambios de volumen de acuerdo con la presión del gas o de temperatura del gas usando modelos.</li> </ul>
C. El cambio de fase y la energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y declarar ocho elementos que componen la corteza terrestre y los principales minerales que se forman.</li> <li>• Entender los procedimientos cíclicos de formación de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, y señalar ejemplos representativos de cada una.</li> <li>• Explicar el proceso de formación de la superficie de la tierra y su características topográficas.</li> <li>• Entender la importancia del proceso de formación del suelo por la erosión y la importancia del suelo.</li> <li>• Averiguar los patrones de los cambios topográficos artificiales y hacer una lista de sus efectos.</li> </ul>
<b>8º Grado</b>	
B. La composición de sustancias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender el proceso de la formación de los elementos desde el punto de vista de la historia de la ciencia.</li> <li>• Expresar los distintos elementos por sus símbolos y la clasificación que existe en la tabla periódica como metales o no metales.</li> <li>• Expresar el núcleo atómico y los electrones que están presentes en átomos de mediante el uso de modelos.</li> <li>• Explicar la formación de iones.</li> </ul>

C. Los compuestos que nos rodean.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar sustancias puras y mezclas y ser capaces de explicar las diferencias.</li> <li>• Entender que los compuestos se forman por electrones compartidos entre los átomos o por movimientos de electrones entre sus átomos.</li> <li>• Darse cuenta de que el compuesto se compone de iones o moléculas.</li> <li>• Expresar los compuestos con los símbolos de los elementos.</li> <li>• Presentar compuestos usados en la vida diaria.</li> </ul>
<b>9º Grado</b>	
B. La naturaleza de la materia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La naturaleza de la materia puede ser clasificada por propiedades extensivas e intensivas.</li> <li>• Comprender la naturaleza de la materia, como el punto de ebullición, el punto de fusión, la densidad, la solubilidad, etcétera.</li> <li>• Separar mezclas usando la naturaleza de la materia.</li> </ul>
F. Los electrolitos y los iones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar los electrolitos y los no electrolitos.</li> <li>• Comprender los fenómenos por los que los electrolitos se ionizan en agua y expresar esos fenómenos como ecuaciones químicas.</li> <li>• Comprender el fenómeno de que la precipitación se forma cuando los iones se encuentran.</li> </ul>
<b>10º Grado</b>	
C. La regularidad en la reacción química.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar los cambios físicos y químicos.</li> <li>• Explicar la ley de conservación de la masa y la ley de la definición de proporciones en las reacciones químicas usando modelos.</li> <li>• Expresar reacciones químicas como ecuaciones químicas.</li> </ul>
E. Diversas reacciones químicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar algunos ejemplos de ácidos y bases que pueden ser expresados por ecuaciones químicas cuando la materia es disuelta e ionizada en agua.</li> <li>• Observar el cambio en el color de los indicadores y en la temperatura de las soluciones en la reacción de neutralización de ácidos y bases que se puede explicar con modelos iónicos.</li> <li>• Explicar por medio de ejemplos las reacciones redox.</li> <li>• Presentar varias reacciones químicas en la vida diaria.</li> </ul>

**Cuadro 2.4a.** La propuesta curricular del Proyecto 2061 (Estados Unidos de América)

Contenidos-secuencia	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I <sup>1</sup>	E <sup>2</sup>	AP <sup>3</sup>
Del nivel preescolar al segundo grado de enseñanza elemental	1	2	1, 2	1, 2, 3a, 3b
Del tercero al quinto grados de enseñanza elemental	7	2	1, 2	1, 2, 3a, 3b
Del sexto grado de enseñanza elemental al segundo grado de enseñanza media	2, 5, 6	2	1, 2	1, 2, 3a, 3b
Del tercer grado de enseñanza media al tercer grado de enseñanza media superior	2, 3	2	1, 2	1, 2, 3a, 3b

**Cuadro 2.5a. La propuesta curricular de Holanda**

Objetivos fundamentales	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I	E	AP
<b>Educación preescolar</b>				
(Programa Pirámide.) <sup>1</sup>				
1. Desarrollo de habilidades de observación: todos los sentidos, sentir, probar, oler, ver y oír con la ayuda de material ilustrativo. El desarrollo sensorial es visto como una condición importante para el futuro desarrollo.				
2. Desarrollo de la personalidad: habilidades para hacer frente, independencia, autocontrol y perseverancia.				
3. Desarrollo socioemocional: se aprende a manejar los sentimientos tales como la felicidad, tristeza, enojo, miedo; el comportamiento social como un juego de defensa, cooperación y colaboración.				
4. Desarrollo cognitivo y aritmética: ordenamiento, selección, clasificación, seriación, números, conteo, comparación y operaciones simples.				
5. Desarrollo del lenguaje y desarrollo de la lectura y escritura: la comunicación con otros niños es importante pero también la comunicación con los adultos; se trabaja en el desarrollo del vocabulario, la lectura interactiva en voz alta y la prelectura y escritura.	–	3 <sup>2</sup>	–	1, 2, 3 <sup>3</sup>
6. Orientación en el espacio y tiempo y la exploración del mundo: sentido del espacio y tiempo, aprendizaje de conceptos espaciales y temporales y la experiencia de estos aspectos del mundo a través de proyectos.				
7. Desarrollo motor: habilidades motoras finas (dibujar, escribir, usar marcadores, lápices, tijeras) y habilidades motoras gruesas (saltar, apuntar, nadar, bailar).				
8. Desarrollo artístico: desarrollo visual, trabajo con arcilla, papel, textiles y aspectos como el color, la forma, la luz y el espacio; el desarrollo musical incluye canciones, tiempo, ritmo, tono y volumen.				
<b>Educación primaria</b>				
"Orientación Personal y en el Mundo." Naturaleza y tecnología.				
40. Los estudiantes aprenden a distinguir y nombrar plantas y animales comunes en su propio entorno y la manera en la que funcionan.				
41. Los estudiantes aprenden sobre la estructura de plantas, animales y humanos, y sobre la forma y función de sus partes.				
42. Los estudiantes aprenden a investigar materiales y fenómenos físicos, incluidos la luz, el sonido, la electricidad, la energía, el magnetismo y la temperatura.				
43. Los estudiantes aprenden a describir el tiempo y los climas en términos de temperatura, precipitación y viento.	–	–	2, 3 <sup>4</sup>	2, 3
44. Respecto a los productos de su propio entorno, los estudiantes aprenden a encontrar conexiones entre la forma, el uso de los materiales y la manera en la que funcionan las cosas.				
45. Los estudiantes aprenden a diseñar, elaborar y evaluar soluciones a problemas técnicos.				
46. Los estudiantes aprenden que la posición de la Tierra en relación con el Sol causa las diferencias entre las estaciones y el día y la noche.				

## Educación secundaria

“Hombre y Naturaleza.”

28. El estudiante aprende a transformar preguntas sobre aspectos físicos, tecnológicos y de la salud en preguntas de indagaciones, llevando a cabo investigaciones sobre tales aspectos y dando una presentación de los resultados.				
28. El estudiante aprende a adquirir conocimientos y a percibir los conceptos clave en la naturaleza viva y no viva, y aprende a relacionar estos conceptos clave en situaciones de la vida diaria.	2 <sup>5</sup>	2 <sup>6</sup>	3 <sup>7</sup>	2, 3 <sup>8</sup>
30. El estudiante aprende que los humanos, animales y plantas están interrelacionados entre sí y su entorno, y que las aplicaciones tecnológicas y físicas pueden influenciar tanto positiva como negativamente la calidad sustentable del ambiente.				
31. De distintas maneras, por ejemplo llevando a cabo trabajo práctico, el estudiante aprende a adquirir conocimiento y a percibir los procesos de la naturaleza viva y no viva y sus relaciones con el ambiente.				
32. El estudiante aprende a trabajar con teorías y modelos llevando a cabo investigaciones sobre fenómenos físicos y químicos, tales como la electricidad, sonido, luz, movimiento, energía y materia.				
33. Realizando investigaciones el estudiante aprende a adquirir conocimiento sobre productos técnicos y sistemas que son relevantes para él, y aprende a evaluar este conocimiento, así como diseñar y manufacturar un producto técnico de manera estructurada.				
34. El estudiante aprende a comprender lo esencial sobre la constitución y función del cuerpo humano relacionándolo con la promoción de la salud física y emocional, y aprende a hacerse responsable de ello.				
35. El estudiante aprende sobre el cuidado; además, aprende a cuidarse a sí mismo, a otros y a su ambiente y aprende a cómo influenciar positivamente en su propia seguridad y la de otros en diferentes situaciones de vida (vida, aprendizaje, trabajo, comercio).				

<sup>1</sup> De acuerdo con el Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular (slo, por sus siglas en neerlandés), “el 64% de las escuelas de preescolar en Holanda, usan el Programa Pirámide” (Leeuwen van, Thijs y Zandbergen 2009), que es desarrollado por el Instituto Nacional para la Medición de la Educación (cito, por sus siglas en neerlandés). Por esta razón es que se considera los objetivos fundamentales de este programa para el análisis en este trabajo.

<sup>2</sup> Una de las características de este método es que el aprendizaje debe darse de manera contextualizada, mediante contextos específicos constituidos de personas, objetos y eventos particulares (Kuyk, 2009, 2001; Fox *et al.*, 2009). Particularmente, tal como lo expresa Kuyk: “En el currículum hemos construido un sistema global y un sistema verbal específico [...]. El sistema global corresponde con el ambiente cotidiano del niño. Tenemos que traer el mundo exterior dentro de la escuela [...]” (Kuyk, 2009, p. 954).

<sup>3</sup> “Pirámide” es un método basado en proyectos, cada proyecto tiene una estructura con actividades, aplicaciones, ideas, juegos, canciones y otras opciones.

<sup>4</sup> Aunque no se especifica el tipo de evaluación particular dado que queda a criterio de las propias escuelas, es importante señalar que existe un sistema de evaluación estandarizado que tiene dos componentes: la evaluación continua y la evaluación sumativa a través de las pruebas estandarizadas realizadas por el cito.

<sup>5</sup> Ver Objetivo 32.

<sup>6</sup> Ver Objetivos 28 y 35.

<sup>7</sup> En la secundaria también se someten a la evaluación terminal a través de pruebas estandarizadas nacionales a través de cito.

<sup>8</sup> Ver Objetivos 28, 31 y 33

**Cuadro 2.6a. La propuesta curricular de México**

Preescolar <sup>1</sup>				
Contenidos-secuencia	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I	E	AP
<b>Aspecto: Mundo natural<sup>2</sup></b>				
C1: <sup>3</sup> Observa características relevantes de elementos del medio y de fenómenos que ocurren en la naturaleza; distingue semejanzas y diferencias, y las describe con sus propias palabras.				
C2: Busca soluciones y respuestas a problemas y preguntas sobre el mundo natural.				
C3: Formula suposiciones argumentadas sobre fenómenos y procesos.	–	– <sup>4</sup>	–	1, 2 <sup>5</sup>
C4: Entiende en qué consiste un experimento y anticipa lo que puede suceder cuando aplica uno de ellos para poner a prueba una idea.				
C5: Identifica y usa medios a su alcance para obtener, registrar y comunicar información.				
C6: Participa en acciones de cuidado de la naturaleza, la valora y muestra sensibilidad y comprensión sobre la necesidad de preservarla.				
Primaria				
Contenidos-secuencia	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I	E	AP
<b>Primero</b>				
I. Yo, el cuidado de mi cuerpo y mi vida diaria.	–	1	– <sup>6</sup>	–
II. Soy parte de la naturaleza.	–	1	–	1
III. Mi historia personal y familiar.	–	1	–	–
IV. Las actividades del lugar donde vivo.	–	1 <sup>7</sup>	–	1, 2 <sup>8</sup>
V. Los riesgos y el cuidado del lugar donde vivo.	–	1	–	1
<b>Segundo</b>				
I. Mi vida diaria.	–	1 <sup>9</sup>	–	1, 2 <sup>10</sup>
II. Exploramos la naturaleza.	–	1	2	1, 2
III. Mi comunidad.	–	1	–	1, 2
IV. Los trabajos y los servicios del lugar donde vivo.	–	1	–	1, 2
V. Juntos mejoramos nuestra vida.	–	1	2	1, 2
<b>Tercero</b>				
I. ¿Cómo mantener la salud? Me reconozco y me cuido.	– <sup>11</sup>	1 <sup>12</sup>	2 <sup>13</sup>	1, 2
II. ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Soy parte del grupo de los animales y me relaciona con la naturaleza.	–	1	2	1, 2, 3a
III. Cómo son los materiales y sus cambios? Los materiales son sólidos, líquidos y gases, y pueden cambiar el estado físico.	–	1	2	1, 2, 3b
IV. ¿Por qué se transforman las cosas? La interacción de objetos produce cambios de forma, posición, sonido y efectos luminosos.	–	1	2	2, 3a, 3b
V. ¿Cómo conocemos? La investigación contribuye a promover la salud y cuidar el ambiente.	–	1	2	1, 2, 3a

<b>Cuarto</b>				
I. ¿Cómo mantener la salud? Fortalezco y protejo mi cuerpo con la alimentación y la vacunación.	–	1	2	1, 3a
II. ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Los seres vivos formamos parte de los ecosistemas.	–	1	2	1, 3a
III. ¿Cómo son los materiales y sus cambios? La forma y la fluidez de los materiales y sus cambios de estado por efecto del calor.	–	2	2	1, 2, 3b
IV. ¿Por qué se transforman las cosas? La interacción de los objetos produce fricción, electricidad estática y efectos luminosos.	–	1	2	2, 3a, 3b
V. ¿Cómo conocemos? El conocimiento científico y tecnológico en la vida diaria.	–	1	2	1, 3a
<b>Quinto</b>				
I. ¿Cómo mantener la salud? Prevengo el sobrepeso, la obesidad, las adicciones y los embarazos.	–	1,2	2	1, 2, 3a
II. ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Los seres vivos son diversos y valiosos, por lo que contribuyo a su cuidado.	–	1,2	2	1, 2, 3a
III. ¿Cómo son los materiales y sus cambios? Los materiales tienen masa, volumen y cambian cuando se mezclan o se les aplica calor.	–	2	2	1, 2, 3b
IV. ¿Por qué se transforman las cosas? El movimiento de las cosas, del sonido en los materiales, de la electricidad en un circuito y de los planetas en el Sistema Solar.	–	1	2	1, 3a, 3b
V. ¿Cómo conocemos? El conocimiento científico contribuye a solucionar problemas ambientales, adicciones o necesidades en el hogar.	–	1	2	1, 2, 3a
<b>Sexto</b>				
I. ¿Cómo mantener la salud? Desarrollo un estilo de vida saludable.	–	1,2	2	1, 2, 3a
II. ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Cambiamos con el tiempo y nos interrelacionamos, por lo que contribuyo a cuidar el ambiente para construir un entorno saludable.	–	1,2	2	1, 2, 3a
III. ¿Cómo son los materiales y sus cambios? Los materiales tienen dureza, flexibilidad, permeabilidad y cambian de manera temporal o permanente.	–	2	2	1, 2, 3b
IV. ¿Por qué se transforman las cosas? Las fuerzas, la luz y las transformaciones de energía hacen funcionar máquinas simples e instrumentos ópticos que utilizamos diario y contribuyen a la exploración del universo.	–	1	2	1, 3a, 3b
V. ¿Cómo conocemos? El conocimiento científico y técnico contribuye a tomar decisiones para construir un entorno saludable.	–	1,2	2	1, 2, 3a
<b>Mayores frecuencias</b>	–	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1-2-3a</b>
<b>Secundaria</b>				
Contenidos-secuencia <sup>14</sup>	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I	E <sup>15</sup>	AP
<b>Biología</b>				
I. La biodiversidad: resultado de la evolución.	–	1,2	–	3a
II. La nutrición como base de la salud y la vida.	–	1,2	–	2,3a

III. La respiración y su relación con el ambiente y la salud.	–	1,2	–	2,3a
IV. La reproducción y la continuidad de la vida.	–	1,2	–	2,3a
V. Salud, ambiente y calidad de vida.	–	1,2	–	2,3a
<b>Física</b>				
I. La descripción del movimiento y las fuerzas.	4	1	–	1,3a,3b
II. Leyes del movimiento.	–	1	–	1,3a,3b
III. Un modelo para describir la estructura de la materia.	3,7	1,2 <sup>16</sup>	–	3a,3b
IV. Manifestaciones de la estructura interna de la materia.	3,7	1,2	–	3a,3b
V. Conocimiento, sociedad y tecnología.	–	1,2 <sup>17</sup>	–	3a,3b
<b>Química</b>				
I. Las características de los materiales.	4,5,7	2	–	2,3a,3b
II. Las propiedades de los materiales y su clasificación química.	4	2	–	1,2,3a,3b
III. La transformación de los materiales: la reacción química.	3	1,2	–	2,3a,3b
IV. La formación de nuevos materiales.	–	1,2	–	2,3a,3b
V. Química y tecnología.	–	2	–	3a,3b
<b>Mayores frecuencias</b>	<b>–,(3,4,7)</b>	<b>1-2</b>	<b>–</b>	<b>3a</b>
<b>Educación media superior</b>				
<b>Biología</b>				
Contenidos-secuencia	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I	E	AP
<b>SEP-Dirección General de Bachillerato</b>				
<b>Biología I</b>				
I. Reconoces a la biología como la ciencia de la vida.	– <sup>18</sup>	1,2	2,3	1,2,3a
II. Identificas las características de los componentes de los seres vivos.	–	1,2	2,3	1,2,3a,3b
III. Reconoces a la célula como unidad de la vida.	–	1,2	2,3	1,2,3a
IV. Describes el metabolismo de los seres vivos.	–	1,2	2,3	1,2,3a,3b
V. Valoras la biodiversidad e identificas estrategias para preservarla.	–	1,2	2,3	1,2,3a
<b>Biología II</b>				
I. Identificas los tipos de reproducción celular y de los organismos, y su relación con el avance científico.	–	1,2	2,3	1,2,3a
II. Reconoces y aplicas los principios de la herencia.	–	1,2	2,3	1,2,3a
III. Valoras las aportaciones más relevantes de la biotecnología.	–	1,2	2,3	1,2,3a
IV. Describes los principios de la evolución biológica y los relacionas con la biodiversidad de las especies.	–	1,2	2,3	1,2,3a
V. Conoces los principios estructurales y funcionales de los seres humanos y los comparas con otros organismos del reino animal.	–	1,2	2,3	1,2,3a
VI. Reconoces a las plantas como organismos complejos de gran importancia para los seres vivos.	–	1,2	2,3	1,2,3a

**SEP-Dirección General de Bachillerato Tecnológico**

**Biología 1**

I. Sistema vivo.	1	2,3	2,3	1,2,3a
II. Autopoyesis y homeostasis.	1	1,2	2,3	1,2,3a,3b
III. Organización.	–	1,2	2,3	1,2,3a
IV. Procesos vitales.	–	2	2,3	1,2,3a,3b
V. Evolución.	–	1,2	2,3	1,2,3a

**Ecología**

I. Biósfera.	–	1	2,3	1,2,3a
II. Bioma.	–	1,2	2,3	1,2,3a
III. Ecosistema.	–	1,2	2,3	1,2,3a

**UNAM-Escuela Nacional Preparatoria**

**Biología**

I. La biología como ciencia.	1	1,2	3 <sup>9</sup>	1,2,3a
II. La célula: unidad estructural y funcional de los seres vivos.	–	1,2	3	1,2,3a
III. Procesos para la continuidad de la vida.	–	1,2	3	1,2,3a
IV. Evolución de los seres vivos.	–	1,2	3	1,3a
V. Historia evolutiva de la diversidad biológica.	–	1,2	3	1,3a
VI. Los seres vivos y su ambiente.	–	1,2	3	1,3a

**UNAM-Colegio de Ciencias y Humanidades**

**Biología I**

I. ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?	–	2	1,2,3	1,2,3a,3b
II. ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?	–	2,3	1,2,3	1,2,3a,3b
III. ¿Cómo se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?	–	2,3	1,2,3	1,2,3a

**Biología II**

I. ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas vivos?	–	2	1,2,3	1,2,3a
II. ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?	–	2,3	1,2,3	1,2,3a

**CONALEP**

**Identificación de la biodiversidad.**

1. Descripción del papel de la biología actual.	1	1,2	1,2,3	1,2,3a
2. Descripción de la célula y su importancia en los seres vivos.	–	1,2	1,2,3	1,2,3a
3. Cuidado del ambiente en armonía con los seres vivos.	–	2,3	1,2,3	1,2,3a

**Identificación de la relación de reacciones metabólicas de los organismos.**

1. Análisis de la interacción y equilibrio entre nutrientes, metabolismo y salud.	–	1,2	1,2,3	1,2,3a
2. Análisis de la regulación de los principales compuestos orgánicos y sus vías metabólicas.	3	1,2	1,2,3	1,2,3a

**Mayores frecuencias**

	–	2-1	3	1,2,3a
--	---	-----	---	--------

Educación media superior				
Física				
Contenidos-secuencia	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I	E	AP
<b>SEP-Dirección General de Bachillerato</b>				
<b>Física I</b>				
1. Reconoces el lenguaje técnico básico de la física.	0 <sup>20</sup>	1	3	1,3a
2. Identificas diferencias entre distintos tipos de movimiento.	0 <sup>21</sup>	1	3	1,2 <sup>22</sup> ,3a
3. Comprendes el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de Newton.	0	1	3	1,2,3a
4. Relacionas el trabajo con la energía.	0	1	1,3	1,2,3a
<b>Física II</b>				
1. Explicas el comportamiento de los fluidos.	–	1	3	1,2,3a
2. Identificas diferencias entre calor y temperatura.	–	1	3	1,2,3a
3. Comprendes las leyes de la electricidad.	–	1	3	1,2,3a
4. Relacionas la electricidad con el magnetismo.	–	1	3	1,2,3a
<b>SEP-Dirección General de Bachillerato Tecnológico</b>				
<b>Física I</b>				
Movimiento, fuerza y masa.	–	1,2 <sup>23</sup>	2	1,2,3a
<b>Física II</b>				
Masa, fuerza e interacciones materia-energía.	–	1,2	2	1,2,3a
<b>UNAM-Escuela Nacional Preparatoria</b>				
<b>Física III</b>				
1. Introducción al curso y la relación de la física con el entorno social.	5	2 <sup>24</sup>	1	3a
2. Interacciones mecánicas, fuerza y movimiento.	7	1	–	1,2,3a
3. Interacciones térmicas, procesos termodinámicos y máquinas térmicas.	–	1	1	1,2
4. Interacciones eléctricas y magnéticas. Fenómenos luminosos.	3	1	–	1,2,3a
5. Estructura de la materia.	–	1	–	1,2,3a
<b>UNAM-Colegio de Ciencias y Humanidades</b>				
<b>Física I</b> <sup>25</sup>				
1. Acerca de la física.	3,5	2	–	1,3a
2. Fenómenos mecánicos.	–	1	–	1,2,3a
3. Fenómenos termodinámicos.	–	1	–	1,2,3a
<b>Física II</b>				
1. Fenómenos ondulatorios mecánicos.	–	1	–	1,2,3a
2. Fenómenos electromagnéticos.	–	1	–	1,2,3a
3. Física y tecnología contemporáneas.	7	1	–	1,2,3a

<b>CONALEP</b>				
<b>Interpretación de los fenómenos físicos de la materia.</b>				
1. Medición de magnitudes físicas y representación de vectores en objetos y fenómenos físicos cotidianos.	0 <sup>26</sup>	2	3 <sup>27</sup>	1
2. Determinación de fuerzas de cuerpos en reposo.	----	1	3	1,2
3. Determinación del movimiento de los cuerpos.	–	1	3	1
4. Cuantificación de las fuerzas que intervienen en un cuerpo.	–	1	3	1
<b>Análisis de fenómenos eléctricos, electromagnéticos y ópticos.</b>				
1. Determina la electricidad en los cuerpos.	–	1	3	1,2
2. Determina el electromagnetismo en los cuerpos.	–	1	3	2,3b
3. Maneja la óptica geométrica de los cuerpos.	–	1	3	2,3b
4. Interpreta el comportamiento de las partículas en la materia.	–	1	3	3a
<b>Mayores frecuencias</b>	–	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1-2-3a</b>
<b>Educación media superior</b>				
<b>Química</b>				
Contenidos-secuencia	La naturaleza de la ciencia que subyace en el currículo		Concepción psicopedagógica que orienta el currículo	
	NdC	C-I	E	AP
<b>SEP-Dirección General de Bachillerato</b>				
<b>Química 1</b>				
I. Reconoces a la química como una herramienta para la vida.	0 <sup>28</sup>	1 <sup>29</sup>	1,2,3	1,2,3a
II. Comprendes la interrelación de la materia y la energía.	–	1	2,3	1,2,3a
III. Explicas el modelo atómico actual y sus aplicaciones.	–	2	2,3	1,3a
IV. Interpretas la tabla periódica.	–	2	2,3	1,2,3a
V. Interpretas enlaces químicos e interacciones intermoleculares.	–	2	2,3	1,2,3a
VI. Manejas la nomenclatura química inorgánica.	–	1	2,3	1,2,3a
VII. Representas y operas reacciones químicas.	–	2	2,3	1,3a
VIII. Comprendes los procesos asociados con el calor y la velocidad de las reacciones químicas.	–	2	2,3	1,2,3a
<b>Química 2</b>				
I. Aplicas la noción de mol en la cuantificación de procesos químicos de tu entorno.	–	2 <sup>30</sup>	1,2,3	1,2,3a
II. Actuás para disminuir la contaminación del aire, del agua y del suelo.	–	2	1,2,3	1,2,3a
III. Comprendes la utilidad de los sistemas dispersos.	–	2	1,2,3	1,2,3a
IV. Valoras la importancia de los compuestos del carbono en tu entorno y en tu vida diaria.	–	2	1,2,3	1,2
V. Identificas la importancia de las macromoléculas naturales y sintéticas.	–	2	1,2,3	1,2,3a
<b>SEP-Dirección General de Bachillerato Tecnológico</b>				
<b>Química 1</b>				
Materias y energía.	–	1	1,2,3	1,2

<b>Química 2</b>				
Materia y energía.	–	1	1,2,3	1,2
<b>UNAM-Escuela Nacional Preparatoria</b>				
<b>Química III</b>				
I. La energía, la materia y el cambio.	----	1	1 <sup>31</sup>	1, 2, 3a
I. Aire, intangible pero vital.	–	2	–	1, 2
III. Agua. ¿De dónde, para qué y de quién?	–	1	–	1, 2
IV. Corteza terrestre, fuente de materiales.	–	2	–	1, 2, 3 <sup>32</sup>
V. Alimentos, combustible para la vida.	–	1	–	1, 2, 3a
<b>UNAM-Colegio de Ciencias y Humanidades</b>				
<b>Química I</b>				
I. Agua, compuesto indispensable.	– <sup>33</sup>	2	– <sup>34</sup>	1, 2, 3a <sup>35</sup>
I. Oxígeno, componente activo del aire.	–	2	–	1, 2, 3a
<b>Química II</b>				
I. Suelo, fuente de nutrimentos para las plantas.	–	2	–	1, 2, 3a
I. Alimentos, proveedores de sustancias esenciales para la vida.	–	2	–	1, 2, 3a
III. Medicamentos, productos químicos para la salud.	–	2	–	1, 2, 3a
<b>CONALEP</b>				
<b>Análisis de la materia y la energía.</b>				
1. Determinación del comportamiento de la materia y la energía de compuestos inorgánicos.	–	1	3 <sup>36</sup>	1
2. Obtención del balance de masas y de energía calorífica.	–	1	3	1
3. Diferenciación de los compuestos del carbono y derivados.	–	1	3	1, 3a <sup>37</sup>
<b>Descripción de la relación entre compuestos orgánicos y el entorno.</b>				
1. Aplica las ventajas y desventajas del uso de los compuestos del carbono en su entorno.	–	2 <sup>38</sup>	3	1, 2, 3a
2. Uso de la química orgánica en los ámbitos industrial, doméstico y social.	–	2 <sup>39</sup>	3	1, 3a
3. Identifica los contaminantes químico-orgánicos	–	2 <sup>40</sup>	3	1, 3a
<b>Mayores frecuencias</b>	–	<b>1, 2</b>	<b>3</b>	<b>1, 2, 3a</b>

## EB

	NdC	C-I	E	AP
<b>Mayores frecuencias</b>	–	1, 2	2	1, 2, 3a
<b>Menores frecuencias</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	3	1, 3	3b

## EMS

	NdC		C-I		E		AP	
	Mayores	Menores	Mayores	Menores	Mayores	Menores	Mayores	Menores
Biología	–	1-Jul	1,2		3	1,2	1,2,3a	3b
Física	–	1-Jul	1		3	1,2	1,2,3a	3b
Química	–	1-Jul	1,2		3	1,2	1,2,3a	3b

	NdC	C-I	E	AP
<b>Mayores frecuencias</b>	–	1,2	3	1,2,3a
<b>Menores frecuencias</b>	01-jul	3	1,2	3b

- <sup>1</sup> En este programa no se definen “Contenidos”, sólo aparecen “Competencias” y “Aprendizajes esperados”, por lo que se han considerado estos últimos para incluirlos en la tabla.
- <sup>2</sup> Éste es uno de los seis campos formativos en los que está dividido el currículo, siendo el que recoge la mayor cantidad de temas relacionados con ciencias.
- <sup>3</sup> C1, C2, C3... etcétera, corresponden a las diferentes competencias establecidas en el programa.
- <sup>4</sup> El contexto no está claro en este programa. Sin embargo, se establece que es la educadora la que debe plantear situaciones que le sean de interés al estudiante. Específicamente, en la sección “Intervención educativa”, se apunta que: “la educadora debe orientar, precisar, canalizar y negociar esos intereses [de las niñas y los niños] hacia lo que formativamente es importante, así como procurar que al introducir una actividad, ésta sea relevante y despierte el interés, encauce su curiosidad y propicie su disposición por aprender. Para lograrlo, es necesario que reflexione sobre los intereses y la motivación de sus alumnos, como base para planificar la intervención educativa” (SEP, Preescolar, 2013, p. 24).
- <sup>5</sup> Sobre la actividad experimental se propone que: “El trabajo en este campo formativo es propicio para poner en juego la observación, la formulación de preguntas, la resolución de problemas (mediante la experimentación o la indagación por diversas vías), y la elaboración de explicaciones, inferencias y argumentos sustentados en experiencias directas que les ayudan a avanzar y construir nuevos aprendizajes sobre la base de los conocimientos que poseen y de la nueva información que incorporan” (SEP, Preescolar, 2013, p. 61). Asimismo, en la sección “Estándares de ciencias”, se establece en el punto 3. Habilidades asociadas a la ciencia, una serie de objetivos relacionados con la actividad experimental, tales como: “3.2 Formula preguntas que expresan su curiosidad e interés en conocer más acerca del mundo natural, y que pueden ser respondidas mediante el trabajo experimental, o preguntar a otros con la ayuda de algunas personas (¿qué sucede si...?, ¿qué sucede cuando...?, ¿cómo podemos saber más sobre...?)” (SEP, Preescolar, 2013, p. 36).
- <sup>6</sup> No se hace mención específica sobre la cómo debe hacerse la evaluación. Únicamente se establece que debe haber una evaluación en los proyectos pero no se describe cómo hacerla. Se podría reconocer la evaluación diagnóstica pues se establece que: “Considerar los antecedentes de los saberes, intuiciones, nociones, preguntas comunes y experiencias estudiantiles para retomarlos, enriquecerlos o, en su caso, reorientarlos” (SEP, 3º de primaria, 2013, p. 88). Esto es para la mayoría de los bloques.
- <sup>7</sup> El aprendizaje esperado dice: “Clasifica objetos de acuerdo con las características de los materiales con que están elaborados y los relaciona con el uso que se les da en el lugar donde vive” (SEP, 1º primaria, 2013, p. 113), lo que sugiere una posible contextualización del contenido.
- <sup>8</sup> La descripción del aprendizaje esperado dice: “Clasifica objetos de acuerdo con las características de los materiales con que están elaborados [...]” (SEP, 1º primaria, 2013, p. 113), lo que sugiere una actividad práctica. Asimismo, en la sección “Formación científica básica”, se establece que: “La formación científica de niñas y niños en esta asignatura tiene como intención principal que comprendan y planteen explicaciones iniciales de procesos y fenómenos naturales y, al mismo tiempo, pongan en práctica habilidades asociadas a la ciencia escolar con actividades de exploración y experimentación, vinculadas con actitudes para la prevención de enfermedades, riesgos y el cuidado del ambiente” (SEP, 1º primaria, 2013, p. 97).
- <sup>9</sup> La realización de proyectos permite cierto tipo de contextualización, en este sentido, en el propio programa se establece que: “Los proyectos son estrategias didácticas que representan una oportunidad para que los niños apliquen los conocimientos adquiridos en el curso, a partir de una problemática elegida por ellos mismos que les permita actuar como exploradores del mundo para indagar y actuar de manera crítica y participativa”. (SEP, 2º primaria, 2013, p. 104).
- <sup>10</sup> En la sección “Actividades y recursos para el aprendizaje”, se propone que los docentes realicen “visitas y recorridos a lugares cercanos para observar plantas, animales, los paisajes, edificaciones, actividades económicas, o conocer las tradiciones del lugar donde viven. Estas visitas permiten a niñas y niños establecer relaciones entre la naturaleza y la sociedad [...]” (SEP, 2º primaria, 2013, p. 103).
- <sup>11</sup> En el apartado “Actitudes y Valores hacia la Ciencia y la Tecnología” del “Enfoque Didáctico” se establece: 1) Reconocimiento de la ciencia y la tecnología como actividades de construcción colectiva; 2) Reconocimiento

de la búsqueda constante de mejores explicaciones y soluciones, así como de sus alcances y limitaciones y 3) Reconocimiento de que la ciencia y la tecnología aplican diversas formas de proceder, que se pueden asociar a una postura sobre la NdC (SEP, 3º primaria, 2013, p. 88). Además, en la descripción de “Proyectos científicos”, se describe una visión de la ciencia, a saber: “En la realización de este tipo de proyectos debe evitarse la promoción de visiones empiristas, inductivas y simplificadas de la investigación, como las que se limitan a seguir un ‘método científico’ único e inflexible que inicia, invariablemente, con la observación” (SEP, 3º primaria, 2013, p. 90).

- <sup>12</sup> De acuerdo con el programa, el trabajo por proyectos: “constituye el espacio privilegiado para constatar los avances en el desarrollo de las competencias, ya que favorece la integración y la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes, dándoles sentido social y personal” (SEP, 3º primaria, 2013, p. 89). Específicamente, en la descripción de “Proyectos ciudadanos”, se establece que: “Las situaciones y los contextos que se consideran en el desarrollo de los proyectos ciudadanos pueden ser locales (el salón de clases, la casa o sus alrededores), aunque también se puede abrir su perspectiva hasta su incidencia nacional o incluso mundial [...]. Esto permite trascender el salón de clases, ayuda a los alumnos a ubicarse mejor en su contexto socio-histórico y los involucra en situaciones reales, lo que favorece la reflexión en relación con la influencia de las ciencias en los aspectos sociales” (SEP, 3º primaria, 2013, p. 90).
- <sup>13</sup> En el apartado “Modalidades de trabajo” de 3º a 6º de primaria dice: Propiciar un proceso de evaluación formativa que proporcione información para retroalimentar y mejorar los procesos de aprendizaje” (SEP, 3º de primaria, 2013, p. 88; SEP, 4º de primaria, 2013, p. 90; SEP, 5º de primaria, 2013, p. 92; SEP, 6º de primaria, 2013, p. 92).
- <sup>14</sup> Las competencias son las mismas en cada bloque por lo que se podrían considerar transversales: a) Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica; b) Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención; c) Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.
- <sup>15</sup> No hay una referencia explícita en cada bloque a la evaluación, pero de manera general, en Modalidades de Trabajo (24) se indica que corresponden a 1 y 2.
- <sup>16</sup> Puesto que se alude a las implicaciones para la naturaleza y la sociedad de la obtención y aprovechamiento de la energía para uso humano (SEP, Secundaria, 2013, pp. 56-57).
- <sup>17</sup> Pues se abordan en el proyecto cuestiones relacionadas con las implicaciones sociales y culturales de la ciencia y la tecnología (SEP, Secundaria, 2013, p. 58).
- <sup>18</sup> En esta unidad se revisa el carácter científico de la Biología, su relación con la tecnología y la sociedad, la interacción de las ciencias biológicas entre sí y con otras ciencias, las metodologías de investigación en Biología, las reglas de seguridad en el laboratorio de Biología y las características de los seres vivos. Programa de Biología IV de la ENP de la UNAM p. 6. Aunque se habla del carácter científico no explicita la naturaleza de la ciencia.
- <sup>19</sup> Aunque se refieren a evaluación “La evaluación deberá ser permanente y servir como indicador importante que nos permitirá orientar mejor el proceso enseñanza-aprendizaje. La evaluación de cada unidad se hará considerando los propósitos de la misma, el contenido temático y las estrategias didácticas empleadas. De manera general se sugieren las siguientes formas de evaluación” (ENP, Biología, p. 38-39). En realidad es una evaluación sumativa, además de que confunden la evaluación con la acreditación.
- <sup>20</sup> Aparece en las actividades y aprendizajes, además de en el rol del profesor.
- <sup>21</sup> Aparece en el rol del profesor.
- <sup>22</sup> La construcción de prototipos cae bajo el rubro de “experiencia”.
- <sup>23</sup> En la “Introducción” se enuncia “La organización del programa de estudios no responde a la lógica de organización de unidades, temas y subtemas, sino que sea abierta, flexible y dinámica para facilitar la posibilidad de que el docente plantee múltiples construcciones de Estrategias Educativas Centradas en el Aprendizaje (ECAs), acordes con su contexto.” (SEP, DGTI, Física, p.8)
- <sup>24</sup> Sólo en esta parte se hace mención al carácter social de la ciencia.
- <sup>25</sup> En los anexos se sugiere un proyecto por semestre.
- <sup>26</sup> En los contenidos de esta unidad se lista explícitamente “Descripción y aplicación del método científico en el ámbito de la Física”, con el subtema de “Etapas del método científico” (SEP, CONALEP, IFIM-03, p. 17).
- <sup>27</sup> Todas las “actividades de evaluación” propuestas en la descripción de las unidades son de carácter sumativo.
- <sup>28</sup> “Aplicar el método científico para separar los componentes de una mezcla, citando ejemplos de aplicación práctica en su vida diaria” (SEP, DGB, Química I, 2013, p. 31).
- <sup>29</sup> “Desarrollar una actividad experimental en la que se apliquen los pasos del método científico, redactando un informe por escrito que destaque la forma en que éste ha ayudado en la solución de problemas del campo de la Química y de la vida cotidiana” (SEP, DGB, Química I, 2013, p. 17).
- <sup>30</sup> Aunque se pretende el enfoque CTS, la intención queda expresada de manera muy ambigua: “Realizar un proyecto de investigación acerca de alguna actividad industrial, artesanal, gastronómica, entre otras, que se realice en su comunidad, región, país u otros países que sea de su interés” (SEP, DGB, Química II, 2013, p. 19).
- <sup>31</sup> “Discusión grupal sobre los preconceptos que tienen los alumnos acerca de la energía, de los tipos de energía y de sus transformaciones” (UNAM, ENP, 1998, p. 5).
- <sup>32</sup> Claramente se expresa: “investigaciones bibliográficas” (UNAM, ENP, 1998, p. 17).
- <sup>33</sup> Se podría hablar de la “Provisionalidad” del conocimiento científico (Característica 7 de la NdC): “Elaborar modelos que describan y expliquen los comportamientos y propiedades observados y ser capaz de modificarlos al aparecer nuevos hechos, iniciando la comprensión de cómo se construyen o evolucionan las teorías” (UNAM, CCH, 2006, p. 7).
- <sup>34</sup> “El carácter integrador de los aprendizajes propuestos obliga a que la evaluación atienda a los procesos de manera continua que contemple las tres modalidades de evaluación, inicial o diagnóstica, formativa y sumativa” (UNAM, CCH, 2006, p. 10).
- <sup>35</sup> Claramente se especifica en el documento que debe ser una investigación documental o bibliográfica.
- <sup>36</sup> En el programa no se hace referencia específica a algún tipo de evaluación (diagnóstica, formativa o sumativa). Sin embargo, en la Presentación de los “Aspectos Específicos del Módulo”, puede leerse lo siguiente: “Por último, es necesario que al final de cada unidad de aprendizaje se considere una sesión de clase en la cual se realice la recapitulación

de los aprendizajes logrados, en lo general, por los alumnos, con el propósito de verificar que éstos se han alcanzado o, en caso contrario, determinar las acciones de mejora pertinentes. Cabe señalar que en esta sesión el alumno que haya obtenido insuficiencia en sus actividades de evaluación o desee mejorar su resultado, tendrá la oportunidad de entregar nuevas evidencias” (SEP-CONALEP, 2012, p. 12). Además, en cada uno de los temas de las Unidades de aprendizaje, se propone una actividad de evaluación específica (elaboración de mapas conceptuales, informes, presentaciones digitales, modelos, etcétera) lo que nos lleva a considerar que se trata de una evaluación sumativa.

<sup>37</sup> Se propone la realización de un “proyecto escolar o de aplicación en el hogar”, que implica sin duda, una investigación documental pero que no especifica la realización de experimentos.

<sup>38</sup> Hay algunos indicios de contextualización al relacionar los contenidos con el entorno, por ejemplo: “Identificación de las propiedades de las vitaminas y hormonas en su uso cotidiano” (SEP-CONALEP, 2012, p. 19).

<sup>39</sup> Para ejemplificar, podemos recurrir a una de las Actividades de Evaluación: “Describe e ilustra las propiedades y el efecto contaminante medioambiental del uso: doméstico, industrial y social de ejemplos de compuestos químico orgánicos” (SEP-CONALEP, 2012, p. 21).

<sup>40</sup> Para ejemplificar, podemos recurrir a una de las evidencias a recopilar: “Documento que incluya la clasificación de sustancias contaminantes sustentando químicamente su catalogación en países industrializados, países en vías de desarrollo y su Estado, localidad o región.” (SEP-CONALEP, 2012, p. 27)

## Anexo 3

# Descripción de los sistemas educativos de los países considerados

---

A continuación se presenta una breve reseña de las principales características de los sistemas educativos correspondientes a las propuestas curriculares que se tomaron en cuenta para la integración de este estudio:

- Brasil
- Chile
- Corea del Sur
- Estados Unidos de América
- Holanda
- México

La intención de integrar este anexo es que el lector tenga elementos para comprender de una manera más integral la forma en cómo desde cada uno los sistemas educativos que componen el estudio, se insertan las propuestas curriculares revisadas. Finalmente se menciona que la información aquí presentada se extrajo de diferentes fuentes oficiales de cada uno de los países disponibles en sitios web oficiales.

### Brasil

#### Propósito de la educación en el sistema educativo brasileño

En las Directrices Curriculares Nacionales de la Educación Básica (DCNEB), se establece que la formación escolar es uno de los fundamentos del proyecto de nación brasileño que están construyendo, considerada como el cimiento indispensable y necesario para el ejercicio pleno de la ciudadanía y el acceso a los derechos sociales, económicos, civiles y políticos. Se declara que la educación debe proporcionar el desarrollo humano en su plenitud, en condiciones de libertad y dignidad, respetando y valorizando las diferencias. Estas directrices permiten definir principios y objetivos curriculares generales para la enseñanza fundamental y media sobre los siguientes aspectos:

duración: años, días lectivos y carga horaria mínima,  
una base nacional común,  
una parte diversificada.

## Características del sistema educativo

Brasil, es una República Federativa constituida por 26 estados y el Distrito Federal, su sistema educativo se organiza en un régimen de colaboración entre la Unión, los estados, el Distrito Federal y los municipios (Art. 8° de la Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional). El gobierno federal, representado por el Ministerio de Educación y Deportes, organiza y financia el sistema federal de enseñanza y presta asistencia técnica y financiera a los estados, al Distrito Federal y a los municipios para el desarrollo de sus sistemas de enseñanza. Su Sistema Educativo se divide en dos grandes componentes la Educación Básica y la Educación Profesional, el primero integra la educación infantil, la enseñanza fundamental y la enseñanza media, que son los niveles educativos considerados en el presente trabajo.

La educación obligatoria en Brasil tiene una duración de 12 años de escolarización que va de los 6 a los 17 años de edad. La duración de cada nivel educativo, con relación a la edad ideal en la que cursan esos niveles educativos y la obligatoriedad de los mismos se muestra en el cuadro 3.1a, posteriormente se muestra la imagen 1.1 de la estructura del sistema educativo brasileño.

Sobre la jornada lectiva o número de horas por ciclo escolar que se dedican a la instrucción formal se tiene que en Brasil, ésta es de 800 horas en un calendario de 200 días (OEI, Ministério da Educação, 2002), la jornada diaria tiene un promedio de duración para el caso de la educación infantil de 5.1 horas, y para el caso de la educación básica o la "enseñanza fundamental" la jornada diaria promedio es de 4.3 horas; finalmente en la educación media tiene una duración promedio de 4.5 horas diarias, lo anterior con datos del Censo Escolar 2010 (Ministério da Educação, 2010).

**Cuadro 3.1a.** Sistema educativo previo a la educación superior de Brasil

Nivel educativo	Obligatoriedad	Edad
Educación infantil	No es obligatorio	0-3 años (educación inicial) 4-6 años (educación preescolar)
Enseñanza fundamental (Enseño fundamental)	Obligatorio	7-10 años (grados iniciales) 11-14 años (grados finales)
Enseñanza media (Enseño médio)	3 años obligatorios	15-17 años

Fuente: elaboración propia con fuentes de la OCDE.

Un aspecto fundamental del sistema educativo brasileño es que cada escuela tiene autonomía para construir su proyecto político-pedagógico,<sup>1</sup> que involucra los aspectos pedagógico, administrativo y de gestión financiera de la institución educativa. El currículo de educación básica se compone de una base nacional común y una parte diversificada. Esta diversificación está dada debido a las características del sistema educativo brasileño el cual presenta una amplia descentralización, así como un elevado nivel de autogestión escolar. La base nacional común establece temáticas

<sup>1</sup> De acuerdo con Borges (2009) el proyecto político pedagógico o PPP de las escuelas en Brasil hace referencia a la participación por parte de la comunidad educativa para fijar sus metas y planificar su propuesta de gestión escolar y de adecuación curricular.

generales que son organizadas por los sistemas de enseñanza<sup>2</sup> en la forma que consideren apropiada. La parte diversificada enriquece y complementa a la base nacional común, considerando el estudio de las características regionales y locales de la sociedad, de la cultura, de la economía y de la comunidad escolar; incluye obligatoriamente la enseñanza de una lengua extranjera, y puede ser organizada colegiadamente por los sistemas de enseñanza o por las unidades escolares. Ambas partes se deben comprender en interrelación, no una independiente de la otra. El abordaje didáctico-pedagógico puede ser, a elección, disciplinar, pluridisciplinar, interdisciplinar o transdisciplinar.

Para el logro de estos objetivos, los establecimientos de enseñanza desarrollarán las siguientes acciones atendiendo las normas nacionales comunes y las de su sistema de enseñanza estatal particular:

- Elaborar y ejecutar su propuesta pedagógica;
- Administrar su personal y sus recursos materiales y financieros;
- Asegurar el cumplimiento de los días lectivos y horas-aula establecidas;
- Velar por el cumplimiento del plan de trabajo de cada docente;
- Proveer medios para la recuperación de los alumnos de menor rendimiento;
- Articularse con las familias y la comunidad, creando procesos de integración de la sociedad con la escuela;
- Informar al padre y madre, convivan o no con sus hijos, y, si fuera el caso, a los responsables legales, sobre la asistencia y rendimiento de los alumnos, así como sobre la ejecución de la propuesta pedagógica de la escuela;
- Notificar al Consejo Tutelar del municipio, al juez competente de la Comarca y al respectivo representante del Ministerio Público la relación de los alumnos que presenten cantidad de faltas por encima de cincuenta por ciento del porcentaje permitido en ley (Art. 12º de la LDB).

## Características del currículo

La educación básica en Brasil está conformada por la educación infantil, la “enseñanza fundamental” y la educación media. En el caso de la educación infantil tiene como propósito el desarrollo integral del niño hasta los seis años de edad en sus aspectos psicológicos, físicos y emocionales en complemento de la formación que recibe por parte de su familia y comunidad (art. 29 de la LDB). Existen dos tipos de instituciones que ofrecen este nivel educativo; los llamados “creches” para infantes de 0 a 3 años y los preescolares para niños de 4 a 6 años.

La “enseñanza fundamental” es de carácter obligatorio y gratuita, su propósito general es la formación básica de la ciudadanía, esta inicia a partir de los 7 años y se extiende hasta los 15 años. La enseñanza fundamental tiene estos propósitos se les da continuidad durante los primeros años iniciales de esta modalidad, al mismo tiempo se amplía e intensifica gradualmente el proceso educativo con cualidad social, mediante:

---

<sup>2</sup> Se entienden como sistemas de enseñanza los distintos modelos de gestión que existen en el sistema brasileño, ya sean de orden estatal, municipal o privado.

- El desarrollo de la capacidad de aprender, teniendo como medios básicos el pleno dominio de la lectura, la escritura y el cálculo;
- El foco central en la alfabetización, a lo largo de los tres primeros años;
- La comprensión del ambiente natural y social, del sistema político, de la economía, de la tecnología, de las artes y de la cultura de los derechos humanos y de los valores en que se fundamenta la sociedad;
- El desarrollo de la capacidad de aprendizaje, teniendo en cuenta la adquisición de conocimientos y habilidades y la formación de actitudes y valores;
- El fortalecimiento de los vínculos de familia, de lazos de solidaridad humana y de respeto recíproco en que se sustenta la vida social (Ministério da Educação, 2013, p. 38).

La enseñanza media, para adolescentes en edades entre 15 y 17 años, se considera una preparación que complementa el proceso formativo de la Educación Básica. Los principios y las finalidades que la orientan son:

- La consolidación y profundización de los conocimientos adquiridos en la Enseñanza Fundamental, posibilitando la continuación de los estudios;
- La preparación básica para el trabajo, tomando esto como principio educativo, y para la ciudadanía del educando, para continuar aprendiendo, de modo que sea capaz de enfrentar nuevas condiciones de ocupación o perfeccionamiento posterior;
- El mejoramiento del estudiante como un ser de derechos, una persona, incluyendo la formación ética y el desarrollo de la autonomía intelectual y del pensamiento crítico;
- La comprensión de los fundamentos científicos y tecnológicos presentes en la sociedad contemporánea, relacionando la teoría con la práctica (Ministério da Educação, 2013, p. 39).

### Diversificación del sistema<sup>3</sup>

Además de la educación regular que se ofrece en los establecimientos educativos brasileños, en el caso de la educación básica se ofrecen servicios o modalidades de atención para poblaciones específicas. Entre las que se ubicaron se encuentran:

- Educación de Jóvenes y Adultos: se destina a los que se sitúan en una franja de edad superior a la considerada apropiada para recibir educación básica regular y se imparte en el nivel de conclusión de la Enseñanza Fundamental y de la Enseñanza Media.
- Educación Especial: como modalidad transversal a todos los niveles, etapas y modalidades de enseñanza, es una parte integral de la educación regular; los sistemas de enseñanza deben matricular a todos los estudiantes con deficiencia, trastornos globales de desarrollo y altas habilidades / superdotación, siendo responsabilidad de las escuelas organizarse para su atención.
- Educación Básica del Campo: la educación para la población rural está prevista con adecuaciones necesarias a las peculiaridades de la vida en el campo y de cada región.
- Educación Escolar Indígena: ocurre en unidades educativas inscritas en las tierras y cultura de las comunidades indígenas, las cuales tienen una realidad singular, requiriendo pedagogía propia con respeto a la especificidad étnico-cultural de cada pueblo o comunidad y formación

<sup>3</sup> Estas modalidades son para toda la educación fundamental (infantil o preescolar y básica) y la media.

específica de sus cuadros docentes, observando los principios constitucionales, la base nacional común y los principios que orientan la Educación Básica brasileña.

- Educación a Distancia: se caracteriza por la mediación didáctico-pedagógica en los procesos de enseñanza y aprendizaje que ocurre con la utilización de medios y tecnologías de información y comunicación, con estudiantes y profesores desarrollando actividades educativas en lugares o tiempos diversos.
- Educación Escolar Quilombola:<sup>4</sup> es desarrollada en unidades educativas inscritas en sus tierras y cultura, requiriendo pedagogía propia en respeto a la especificidad étnico-cultural de cada comunidad y formación específica de su cuadro docente, siendo observados los principios constitucionales, la base nacional común y los principios que orientan la Educación Básica brasileña. En el caso de la educación media también existen diferentes modalidades que en algunos casos se comparten con la educación básica como es la “educación de jóvenes y adultos” y “educación especial”.
- Educación Profesional y Tecnológica: se integra a los diferentes niveles y modalidades de educación y a las dimensiones del trabajo, de la ciencia y de la tecnología, y se articula con la enseñanza regular y con otras modalidades educativas; en la educación básica ocurre en la oferta de cursos de formación inicial y continuada o cualificación profesional, y en los de Educación Profesional Técnica de nivel medio; en el nivel medio se desarrolla de manera integrada o concomitante con la Enseñanza Media, o subsecuente, una vez terminada.

## Chile

### Propósito de la educación en el sistema educativo chileno

La educación chilena busca entregar a los estudiantes aprendizajes que les permitan adquirir la necesaria autonomía para participar en la vida en sociedad, desarrollándose de tal modo que les sea posible proseguir con éxito las etapas educativas posteriores, entre ellos, el pensamiento crítico y creativo, y las capacidades de comunicación y reflexión, permitiéndoles ejercitar su iniciativa y su capacidad de emprender proyectos (Unidad de Currículum y Evaluación, 2013)

### Características del sistema educativo

El sistema educativo chileno tiene una administración descentralizada, en forma de “regionalización”, estableciendo así Secretarías Regionales Ministeriales de Educación para las 15 regiones en las que se divide la Administración Pública. A su vez estas regiones integran Departamentos Provinciales. De tal manera que el Ministerio de Educación tiene una función normativa que le permite fijar los objetivos y contenidos de la educación; en sus dimensiones de control del cumplimiento de las regulaciones estatales, así como de apoyo al mejoramiento de la educación.

Al Ministerio de Educación le corresponde, entre otras, desarrollar las siguientes funciones:

---

<sup>4</sup> Las comunidades “Quilombolas” son aquellas que se constituyen en su mayor medida por población afrodescendiente, en la reforma constitucional de 1988 el Estado brasileño les dio reconocimiento así como derechos sobre sus tierras y la preservación de su cultura.

- Diseñar, normar, evaluar y supervisar la ejecución de las políticas, los planes y objetivos de desarrollo educacional y cultural, que permitan orientar el sistema educacional en todos sus niveles y modalidades y velar por su cumplimiento.
- Diseñar, proponer e implementar programas que contribuyan al desarrollo de las distintas áreas de conocimiento.
- Determinar, fijar, diseñar e implementar las políticas y programas de protección que se estimen necesarias y apropiadas para cautelar las garantías constitucionales que consagra el derecho a la educación y a la libertad de enseñanza, y velar por la aplicación estricta de la normativa con tal objeto.
- Asignar, distribuir y fiscalizar los recursos de las subvenciones estatales y, adicionalmente, focalizar otros recursos o elementos necesarios para el desarrollo de los distintos niveles y modalidades de educación, en conformidad con la normativa vigente.
- Diseñar, implementar, fiscalizar y evaluar los programas de mejoramiento e innovaciones educativas, que apoyen las políticas ministeriales.
- Estimular el desarrollo educativo de los alumnos, focalizando los recursos con el objeto de apoyar significativamente a aquellos de mayor vulnerabilidad, de conformidad con la ley.
- Diseñar, desarrollar y adoptar las medidas para la aplicación del marco curricular y los planes y programas de estudio para los niveles prebásico, básico y medio y modalidades de enseñanza.

En el cuadro 3.2a se indica la duración general de cada nivel educativo, podemos identificar el trayecto educativo establecido en Chile. Cabe mencionar que sobre el número de horas que reciben los estudiantes chilenos este ha mantenido una tendencia ascendente, de acuerdo con el estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) de 2014, *Education at a glance*; con datos de 2012 el número anual de horas que reciben los chilenos como parte de su educación obligatoria era de más de mil horas por nivel.

**Cuadro 3.2a. Sistema educativo preuniversitario de Chile**

Nivel educativo	Obligatoriedad	Edad
Educación parvularia o preescolar <sup>1</sup>	No es obligatorio	6 meses-2 años (sala cuna)
	Obligatorio	2-4 años (medio)
Enseñanza general básica	Obligatorio	6-9 años (EGB ciclo 1) 10-13 años (EGB ciclo 2)
Enseñanza media o secundaria	Obligatorio	14-17 años –dos modalidades: Humanístico-Científica (EMHC) y Técnico-Profesional (EMTP)–

<sup>1</sup> El gobierno da financiamiento desde el nivel medio menor, pero es obligatorio a partir del transitorio <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1057032>

Fuente: elaboración propia con fuentes de la OCDE .

## Características del currículo

Las funciones relativas al diseño, desarrollo y aplicación del marco curricular y de los planes y programas de estudio para los niveles prebásico, básico y medio están coordinadas por la Unidad de Currículum y Evaluación (UCE), dependiente del Ministerio de Educación.

Los programas de estudio chilenos están basados en lo que se denomina *Bases Curriculares*: “Las Bases Curriculares constituyen, asimismo, el referente base para los establecimientos que deseen elaborar programas propios. En este sentido, son lo suficientemente flexibles para adaptarse a las múltiples realidades educativas que se derivan de los distintos contextos sociales, económicos, territoriales y religiosos de nuestro país” (Chile-CN, 1º básico, p. 8). Se especifica que estos programas son sólo una orientación al profesor: “Los Programas de Estudio proponen al docente una organización de los *Objetivos de Aprendizaje* con relación al tiempo disponible dentro del año escolar, y constituyen así una orientación acerca de cómo secuenciar los objetivos, cómo combinarlos entre ellos, y cuánto tiempo destinar a cada uno” (Chile-CN, 1º básico, p. 8). Esto significa que puede haber tanto modificaciones a lo que se propone en estos programas o bien, cada centro educativo, establecer su propio diseño curricular.<sup>5</sup>

Las Bases Curriculares atienden cuatro ejes centrales (Unidad de Curriculum y Evaluación, 2013):

- Aprendizaje significativo
- Aprendizaje para la vida e integral
- Aprendizaje profundo
- Currículum como apoyo a la gestión pedagógica

### Generalidades de la trayectoria formativa previa a la educación superior

La educación parvularia a pesar de ser el primer nivel de educación en Chile no es obligatorio, de esto se desprende que el carácter de esta educación es de apoyo a la educación que reciben los infantes antes de los seis años y se ofrece en diferentes establecimientos escolares tanto de carácter público, privado o con subvención del Estado.

El nivel de Educación Básica comprende los seis primeros años de trayectoria escolar y recibe a los alumnos a partir de los seis años de edad. De acuerdo con la *Ley General de Educación*, tiene como objetivo dotar a los estudiantes de aprendizajes que les permitan adquirir paulatinamente la necesaria autonomía para participar en la vida social. Estos aprendizajes pertenecen tanto al dominio cognitivo como al dominio de los valores, las actitudes y los hábitos (Unidad de Currículum y Evaluación, 2011). La educación preescolar no es obligatoria; sin embargo, es deber del Estado promoverla y garantizar el acceso gratuito y el financiamiento fiscal para el primer y segundo nivel de transición. Es necesario aprobar la Educación Básica para ingresar a la Educación Media.

Es importante señalar que dentro de los programas de la educación básica se habla de *Objetivos Curriculares Transversales*, que “involucran, en el ciclo de la Educación Básica, las distintas dimensiones del desarrollo —físico, afectivo, cognitivo, socio-cultural, moral y espiritual—, además de las actitudes frente al trabajo y al dominio de las tecnologías de la información y la comunicación” (Ministerio de Educación, 2013a, p. 12). Aquí se plantean varias orientaciones (que pueden entenderse

<sup>5</sup> Al Ministerio de Educación, por su parte, le corresponde la tarea de suministrar programas de estudio que faciliten una óptima implementación de las Bases Curriculares, sobre todo para aquellos establecimientos que no han optado por programas propios. En este marco, se ha procurado que estos programas constituyan un complemento totalmente coherente y alineado con las Bases Curriculares y una herramienta de apoyo para los docentes para el logro cabal de los Objetivos de Aprendizaje (Chile, 1º Básico, p.8). La ley dispone que cada establecimiento puede elaborar sus propios programas de estudio, previa aprobación de éstos por parte del Ministerio de Educación (Chile, 7º Básico, p. 6).

como parte de los propósitos) que deben seguirse a lo largo de toda la educación y que inician en la educación básica:

**Importancia del lenguaje.** Se enfatiza sobre el desarrollo de habilidades relacionadas con la lectura, la escritura y la comunicación oral.

**Importancia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (tic).** Los programas de estudio integran el uso de las TIC en todas las asignaturas con los propósitos de: a) trabajar con información, b) crear y compartir información, c) usar las TIC como herramienta de aprendizaje, y d) usar las TIC responsablemente.

**Atención a la diversidad.** El docente debe tomar en cuenta la diversidad entre los estudiantes en términos culturales, sociales, étnicos, religiosos, y respecto de las diferencias entre hombres y mujeres, estilos y ritmos de aprendizaje, y niveles de conocimiento.

El nivel de Educación Básica considera las siguientes asignaturas obligatorias para todos los establecimientos (Ministerio de Educación Chile, 2011):

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Lenguaje y Comunicación                                  | 7. Artes Visuales           |
| 2. Lengua Indígena  | 8. Música                   |
| 3. Idioma Extranjero<br>(obligatorio a partir de 5º básico) | 9. Educación Física y Salud |
| 4. Matemática   | 10. Tecnología              |
| 5. Ciencias Naturales                                       | 11. Orientación             |
| 6. Historia, Geografía y Ciencias Sociales                  | 12. Religión                |

En el caso de la educación secundaria o media, existe un Marco Curricular que establece Objetivos Fundamentales (OF) y Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO), por lo tanto: "La ley dispone que cada establecimiento puede elaborar sus propios programas de estudio, previa aprobación de los mismos por parte del Ministerio de Educación. Los programas constituyen una propuesta para aquellos establecimientos que no cuentan con programas propios" (Chile-Química, 1º medio, p. 6). Estos programas, continúan con las orientaciones que se ven desde la primaria: 1) Uso del lenguaje (lectura, escritura y comunicación oral), 2) Uso de TIC, y 3) Atención a la diversidad.

El primer ciclo de la educación media (primer y segundo años), es común en las dos modalidades: humanístico-científica y la técnico-profesional y está destinado a la formación general; en el segundo ciclo (tercer y cuarto años) se diversifica, mientras la modalidad Humanístico-Científica (H-C) está destinada principalmente a la formación general, la modalidad Técnico-Profesional (T-P) se dedica a la formación correspondiente al área de especialización que cubre 14 sectores económicos y 46 canales de especialización (IBE-UNESCO, 2010). Ambas modalidades se ofrecen en centro escolares llamados liceos, aunque en el caso de la educación técnico-profesional, ésta se imparte en liceos técnico-profesionales.

La formación común incluye los siguientes sectores de aprendizaje obligatorios (Congreso Nacional de Chile, 2009):

- |  |   |
|--|---|
| 1. Lenguaje y comunicación                 | 7. Física   |
| 2. Idioma extranjero                       | 8. Educación tecnológica  |
| 3. Matemática                              | 9. Artes visuales o musicales   |
| 4. Historia, Geografía y Ciencias Sociales | 10. Educación física  |
| 5. Biología                                | 11. Religión (obligatorio ofrecerlo, pero opcional cursarlo para los alumnos y alumnas) |
| 6. Química                                 |   |

La formación obligatoria para H-C, incluye los siguientes sectores de formación:

- |  |   |
|--|---|
| 1. Lenguaje y comunicación                       | 7. Educación Tecnológica  |
| 2. Idioma extranjero                             | 8. Artes visuales o musicales   |
| 3. Matemática                                    | 9. Educación física   |
| 4. Historia, Geografía y Ciencias Sociales       | 10. Religión (obligatorio ofrecerlo, pero opcional cursarlo para los alumnos y alumnas) |
| 5. Filosofía y Psicología                        |   |
| 6. Dos ciencias entre Biología, Química y Física |   |

La formación obligatoria para T-P, incluye los siguientes sectores de formación:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1. Lenguaje y comunicación | 4. Historia, Geografía y Ciencias Sociales  |
| 2. Idioma extranjero       | 5. Religión (obligatorio ofrecerlo, pero opcional cursarlo para los alumnos, alumnas) |
| 3. Matemática              |   |

### Diversificación del sistema

Una de las características más sobresalientes del sistema educativo de Chile se refiere a los tipos de sostenimiento que derivan en el caso de la educación regular en una alta diversificación a este nivel no así a nivel del currículo, en todos los niveles del sistema, los establecimientos educacionales reconocidos oficialmente por el Estado pueden ser clasificados según la naturaleza de su dependencia administrativa y financiera en:

**Estatales:** Se trata de establecimientos de Educación Superior, que gozan de autonomía académica y administrativa, pero que son financiados por el Estado. Existen también, en el nivel Preescolar los establecimientos pertenecientes al JUNJI, entidad pública autónoma que recibe financiamiento estatal.

**Municipales:** Son establecimientos públicos de propiedad y financiamiento principalmente estatal, administrados por las municipalidades. Cubren los niveles Preescolar, Básico y de Enseñanza Media Humanístico-Científica y Técnico-Profesional. Constituyen el mayor porcentaje de establecimientos y de alumnos matriculados en el país.

**Particulares subvencionados:** Son establecimientos de propiedad y administración privada, pero que, en el caso de los niveles Preescolar (2º nivel de transición), Básico y Medio, reciben financiamiento estatal mediante subvención por alumno matriculado y efectivamente asistiendo a clases. En el caso de la Educación Superior, los establecimientos particulares subvencionados, reciben diversos aportes del Estado, fijados anualmente en el presupuesto nacional.

**Particulares pagados:** Son los establecimientos privados como tales, cuya propiedad, administración y financiamiento corresponde a particulares y a las familias de los alumnos. Existen en todos los niveles del sistema educacional (OEI, 1994).

Sobre aspectos específicos relacionados con el currículo se identificó que, al igual que el resto de los países de Latinoamérica, Chile presenta una diversificación de modalidades llamadas etapas educativas de las cuales se puede identificar:

**Educación intercultural.** La educación intercultural se dirige a las poblaciones con alta concentración indígena y parte de la premisa del reconocimiento de la diversidad cultural del país elevada a rango constitucional, esta política de focalización se acompañó de reformulaciones del currículo nacional (Hevia e Hirmas, 2005).

**Educación especial.** Se enfoca en generar condiciones para integrar a los alumnos con alguna discapacidad en las escuelas regulares.

**Educación rural.** De acuerdo con información disponible en Chile existen 15 945 establecimientos de educación rural que atienden a 327 692 alumnos provenientes en su mayoría de estratos socioeconómicos bajos; en contraste, los centros escolares urbanos concentran a la mayor población escolar que supera a los 3.2 millones de alumnos. La educación rural en su mayoría es multigrado, y recientemente se han implementado diversos programas de mejora de la calidad (EducarChile, 2013).

**Educación de jóvenes y adultos.** Esta modalidad o etapa de la educación está dirigida a la población que se encuentra en edad extraescolar, ofreciendo que aquellos que no concluyeron su educación básica y media lo puedan hacer. Se caracteriza por ser flexible y semipresencial en el periodo de marzo a noviembre y concluye con una examinación final.

## Corea del Sur

### Propósito de la educación en el sistema educativo sudcoreano

Con el cambio a la democracia (1987), durante los años noventa aumenta la accesibilidad a la educación y se establecen políticas innovadoras con metas como: crear un impuesto de educación para financiar las reformas educativas y un sistema que se dedique únicamente a los programas educativos (Comisión para la Reforma Educativa).

En este sentido, se implementa un proyecto para educar a los coreanos en el siglo XXI a través de diez medidas innovadoras: 1) reforma del sistema educativo, 2) desarrollar la entrada al sistema, 3) facilidades para los grados superiores, 4) asegurar la alta calidad de los profesores, 5) mejorar la educación en ciencia, 6) impulsar el currículo y la metodología, 7) mejorar la educación universitaria, 8) promover la autonomía en la administración educativa, 9) establecer el sistema de educación a lo largo de la vida, y 10) aumentar la inversión en educación.

La educación en Corea del Sur tiene como propósitos asistir a la ciudadanía en el desarrollo del carácter y de las habilidades necesarias para ser un ciudadano independiente bajo el ideal humano,

tomando responsabilidades para el bienestar del país y para toda la humanidad. Se busca que una persona educada bajo el currículo escolar:

- Desarrolle su propia individualidad sobre la base de una personalidad equilibrada;
- Sea capaz de cultivar su creatividad, así como aplicar sus conocimientos y habilidades;
- Explore una trayectoria profesional con conocimiento y comprensión liberal;
- Genere nuevos valores basados en el patrimonio cultural coreano;
- Se comprometa a mejorar la comunidad como ciudadano (Ministry of Education, Science and Technology, 2008, p. 4).

El sistema educativo coreano es centralizado y el Ministerio de Educación (MOE) es el encargado del desarrollo de políticas y la administración de la educación general, profesional y técnica. Entre sus funciones se encuentra regular la operación de las escuelas, las condiciones de sus instalaciones, regular las inscripciones y tarifas, y contratar a sus profesores. Existen también autoridades de educación local (LEA), que operan a nivel de provincias y municipalidades con relativa autonomía respecto al Ministerio de Educación; son autónomas en asegurar los recursos financieros y de personal para las escuelas, la educación obligatoria consta de 10 años.

La estructura de su sistema educativo puede verse en el cuadro 3.3a se aprecia el trayecto educativo determinado por Corea del Sur. Sobre el tiempo que se reporta que los docentes dedican a impartir clase se destaca que se encuentra por debajo de la media de los países de la OCDE, con apenas 583 horas para preescolar, 694 horas para primaria y 594 para secundaria o media (OCDE, 2014) de esto se destaca la tendencia de Corea a reducir el tiempo que los docentes pasan frente a grupo.

**Cuadro 3.3a. Sistema educativo previo a la educación superior de Corea del Sur**

Nivel educativo	Obligatoriedad	Edad
Educación infantil	No es obligatorio	4-6 años (preescuelas)
Educación elemental	6 años obligatorios	6-12 años
Educación media	3 años obligatorios	13-15 años
Educación media superior (High School)	1 año general obligatorio	16-17 años

Fuente: elaboración propia con fuentes de la OCDE .

## Características del currículo

El Ministerio de Educación es el encargado de supervisar el diseño e implementación del currículo nacional, con la finalidad de asegurar la igualdad de oportunidades educativas para todos y mantener la calidad de la educación. Han realizado siete revisiones<sup>6</sup> del plan de estudios para satisfacer las necesidades nacionales y sociales, así como para mantenerse al día con los cambios en el desarrollo de la investigación (MOE, 2011).

<sup>6</sup> Los periodos de cambio del currículo de Corea del Sur abarcan desde el año de 1954 a 1998.

El currículo se describe a nivel nacional y contribuye a cumplir los objetivos educativos y metas de las escuelas elemental y secundaria (media), se espera que los estudiantes tengan logros académicos y habilidades para la vida cuando terminan la educación elemental o básica. El Currículo Nacional Básico Común va del 1º al 10º grado a nivel básico, y currículo electivo del 11º al 12º grado.

De acuerdo al párrafo 2 del artículo 23 en la Ley de Educación Elemental y Secundaria, tiene las siguientes características:

- Contribuye simultáneamente a la unidad nacional y a la diversidad individual.
- Es centrado en el estudiante y facilita su autonomía y creatividad.
- Estudiantes, padres, profesores y oficinas de educación cooperan para el desarrollo de un currículum óptimo para los estudiantes.
- Esto intenta centrar el sistema educativo en el currículum.
- Contribuye a mantener el control de la calidad de los procesos y productos de la educación Pública en Corea (Ministry of Education, Science and Technology, Korea, p. 3).

En él se “incluyen materias disciplinares, actividades opcionales y actividades extracurriculares” (Ministry of Education, Science and Technology, Korea. p. 8). Las actividades están relacionadas con las materias y con la creatividad. El número de horas escolares incluyen materias opcionales y actividades extracurriculares asignadas en cada año escolar.

El currículo nacional y los programas o guías regionales son flexibles en función de las características y objetivos particulares de los centros de enseñanza; los estándares curriculares son la base para el desarrollo de los contenidos curriculares en cada escuela y el desarrollo de libros de texto. Si bien los contenidos se proponen a nivel nacional, se incentiva a los centros para realizar adecuaciones curriculares de acuerdo con su contexto y con base en su experiencia, así como a aportar información relevante para la revisión del currículo nacional (MOE, 2011).

La educación infantil en Corea del Sur no se considera como obligatoria; sin embargo, sí está a cargo del Estado Coreano, en ese sentido se identifican dos tipos de establecimiento escolares que están administrados por dos agencias gubernamentales diferentes. Así se tiene que en el caso del “jardín de niños” que atiende a infantes de 3 a 5 años de edad y está a cargo del Ministerio de Educación, mientras que para el caso de los niños menores a 3 años existe el sistema de cuidado infantil administrado por el Ministerio de Salud y Bienestar (Jones, 2013).

En la educación elemental se espera que los estudiantes logren habilidades académicas y para la vida, para ello deberán:

- Desarrollar una identidad física y mental saludable.
- Desarrollar habilidades básicas para la vida y ser capaces de expresar sus sentimientos y pensamientos a través de diversas herramientas de comunicación.
- Explorar sus intereses y potenciales.
- Heredar y apreciar las tradiciones y patrimonio cultural coreano.
- Formar hábitos de vida saludables y amar a sus vecinos y al país.

En la educación media<sup>7</sup> se da continuidad al desarrollo académico y habilidades para la vida y se espera el logro de cualidades y capacidades como ciudadanos de una sociedad democrática, orgullosos de sus tradiciones y herencia cultural. Además de seguir con las metas anteriores, la educación media en Corea del Sur contribuye a dotar a los estudiantes con diferentes herramientas que necesitarán para su futuro como ciudadanos de un mundo global, para ello deberán:

- Construir su cuerpo y mente a través de experiencias enriquecedoras para autoexplorarse.
- Adquirir el conocimiento básico y las habilidades de resolución de problemas necesarias para aprender y vivir y ser capaces de expresar sus sentimientos y pensamientos de manera creativa.
- Explorar trayectorias profesionales con el bagaje de conocimientos y experiencia en varios campos.
- Estar orgullosos de las tradiciones y patrimonio cultural coreano y tener la voluntad para desarrollarlos.
- Comprender el valor y los principios básicos de la democracia y estar familiarizado con una democrática manera de vivir.

## Diversificación del sistema

Establecen tres niveles de educación básica: preescolar, primaria y secundaria (en las dos últimas hay modalidades de escuelas primarias y secundarias cívicas, secundarias de comercio, escuelas especiales y escuelas misceláneas). Posteriormente, se establecieron diferentes tipos de instituciones para los graduados de secundaria: universidades, universidades industriales, colegios de maestros, colegios universitarios, universidad a distancia y escuelas miscelánea. Las industrias también aportan sus necesidades para la conformación del currículo.

Para el caso de la educación media se cuenta con bachillerato general, bachillerato vocacional, bachillerato por correspondencia y aire (a distancia), bachilleratos para el trabajo y bachilleratos misceláneos, en los cuales coexisten diferentes orientaciones formativas y que van desde escuelas religiosas o bachilleratos internacionales.

## Estados Unidos de América

### Propósito de la educación en el sistema educativo estadounidense

En el caso de Estados Unidos de América a pesar de ser un estado cuya federalización se traduce en una amplia autonomía tanto de los estados como de las personas, ha existido desde 1995 una acta o ley de educación primaria y secundaria la cual se reformó en 2001 dando pie a la ley No Child Left Behind. Esta ley tiene por finalidad ofrecer servicios educativos a todos los niños y niñas en el país, y se enfoca principalmente en aquellos menos favorecidos a partir de un esquema de participación financiera del estado que apoye directamente a los niños y sus familias. Entre sus objetivos se encuentra:

<sup>7</sup> En el caso de este país es importante no confundir la *Middle School* con la educación media, ya que esta hace referencia a lo que en México se conoce como la Escuela Secundaria, así en el caso de Corea del Sur se utiliza el concepto de *High School*.

Garantizar evaluaciones académicas de alta calidad, sistemas de rendición de cuentas, de formación docente y de diseño de planes de estudio y materiales de instrucción que estén alineados con los estándares académicos estatales para que los estudiantes, maestros, padres y administradores puedan medir el progreso contra las expectativas comunes de los logros académicos

Cerrar la brecha en el rendimiento entre los niños de alto y bajo rendimiento, especialmente las brechas de rendimiento entre los estudiantes que pertenecen a minorías y no minorías, y entre los niños desfavorecidos y sus compañeros más favorecidos (US Department of Education, 2001).

### Características del currículo

La Décima Enmienda de la Constitución de Estados Unidos de América formula el principio de que "los poderes no delegados a los Estados Unidos por esta Constitución, ni prohibidos por ella a los estados, están reservados a los respectivos estados o al pueblo". Por lo tanto, en Estados Unidos de América el ejercicio del gobierno es bastante descentralizado y el control de muchas funciones públicas, como la enseñanza escolar, depende primordialmente de los estados y las comunidades locales. Los estados y los distritos escolares locales han retenido el control del contenido de los programas de estudio y de los métodos educativos; de hecho, la ley federal le prohíbe al gobierno de Estados Unidos de América interferir en estas áreas (DGB, 2013).

Por ello, cada uno de los 50 estados tiene su propio Departamento de Educación, el cual establece las reglas para los colegios de dicho estado. Los colegios públicos y las universidades reciben fondos del estado en el cual se ubican. La legislatura de cada estado decide el financiamiento que otorgará a los colegios y a las universidades. Mayoritariamente, el control de las escuelas estadounidenses recae en cada uno de los distritos escolares, lo que implica una potencial diversidad de planes de estudio.<sup>8</sup>

El Consejo Directivo Escolar, un pequeño comité de personas elegidas por miembros de la comunidad, establece las políticas generales para cada escuela del distrito correspondiente. Generalmente, los distritos escolares incluyen escuelas primarias, de nivel medio y de nivel medio superior, en los que la enseñanza es gratuita. En total los años de estudio obligatorios en Estados Unidos de América es de 12 años, los cuales se distribuyen de la siguiente manera. En Estados Unidos de América, de acuerdo con la OCDE (2014) el tiempo anual promedio que se destina a la educación formal es de 1131 horas en la educación preescolar y primaria; y 1085 en educación media, dato que contrasta con el registrado en 2000, en el que apenas se llegaban a las mil horas.

En el cuadro 3.4a se muestra la estructura general del sistema.

<sup>8</sup> Lo anterior permite que, por ejemplo, en diversos distritos escolares se enseñe simultáneamente creacionismo y evolución. Los propios distritos escolares eligen los libros de texto que se van a utilizar en sus escuelas, así como los diversos programas de enseñanza experimental accesibles en el mercado.

**Cuadro 3.4a.** Sistema educativo previo a la educación superior de Estados Unidos de América

Nivel educativo	Obligatoriedad	Edad
Educación infantil	No es obligatorio	3-4 años (Pre-kindergarten)
		5-6 años (Kindergarten)
Educación elemental (Elementary or Primary Education)	Kindergarten 2 años	5-6 años
	5 años obligatorios	6-11 años
Educación media (Junior High School)	3 años obligatorios	11-14 años
Educación media superior (High School)	4 años obligatorios	15-18 años

La mayoría de los niños estadounidenses comienzan a asistir a la escuela a la edad de 6 años y completan 6 años de educación primaria. Después pasan a la secundaria, la cual consiste, por lo general, de dos programas de tres años un Junior High School y Senior High School, respectivamente. Los norteamericanos llaman a estos doce años de Primaria y Secundaria los doce primeros grados. Un grado (*grade*), es un año académico que empieza en agosto o septiembre y que finaliza en mayo o en junio. La educación pública es gratuita en la primaria y secundaria para los ciudadanos y los residentes estadounidenses. Algunas familias matriculan a sus hijos en escuelas particulares, que pueden ser privadas, de orientación religiosa o academias militares. Además de la educación que se proporciona a los alumnos de condición “regular” existen programas dirigidos a poblaciones con necesidades especiales, las cuales requieren de atención diferenciada (DGB, 2013).

### Diversificación del sistema

En el caso de Estados Unidos de América la diversificación del sistema es muy alta debido a que es una actividad en la que tanto entidades públicas y estatales pueden participar, en ese sentido la educación de Estados Unidos de América atiende las diferentes características de las poblaciones a partir de configuraciones específicas que para el caso de este anexo es imposible agotar.

En la siguiente liga se puede acceder al sistema de información escolar americano: <http://nces.ed.gov/fastfacts/index.asp?faq=FFOption3#faqFFOption3>

## Holanda

### Propósito de la educación en el sistema educativo holandés

En los últimos cien años los principios de la educación en Holanda han sido cuatro:

- El acceso a la educación sin tener en cuenta el entorno socioeconómico, el sexo y la etnia.
- Una enseñanza útil para la emancipación de las personas y con carácter crítico hacia la sociedad.

- Una enseñanza que contribuya al desarrollo cultural de los alumnos (igualdad de acceso al patrimonio cultural).
- Una enseñanza considerada como una medida social básica dentro del marco de la política gubernamental (Leune, 2001; citado en Creemers).

Además de lo anterior, las escuelas también son libres de decidir cuánto tiempo designan a la enseñanza de las diferentes materias y aspectos del currículum y tienen flexibilidad para establecer sus horarios de acuerdo con las necesidades y deseos específicos de la escuela y la comunidad.

### Características del currículo

Una de las características clave del sistema educativo holandés, garantizado bajo el Artículo 23 de su Constitución (SICI, 2012, p. 5) es la libertad en la educación: para elegir escuela, para organizar la enseñanza en las escuelas y para determinar los principios en las que se basan. Respecto a las escuelas se maneja el concepto “libertad para organizar la enseñanza” (SICI, 2012, p. 6) lo que vale tanto para las escuelas públicas como privadas. Cualquier ciudadano tiene el derecho de elegir escuela y de proveer la enseñanza basándose en creencias religiosas, ideológicas y educativas. La constitución garantiza el financiamiento equitativo tanto para escuelas públicas como privadas. Según el Acta de Educación Primaria (WPO, por sus siglas en neerlandés) —que regula la educación primaria—, requiere que las escuelas proporcionen al menos 7 520 horas de enseñanza en los 8 años en que los niños van a la escuela.

El trayecto educativo de los niños y jóvenes en Holanda se desarrolla conforme se muestra en el cuadro 3.5a.

**Cuadro 3.5a. Sistema educativo previo a la educación superior de Holanda**

Nivel educativo	Obligatoriedad	Edad
Educación infantil Pre-escolar (BAO)	No es obligatorio	2-5 años
Escuelas primarias incorporadas (BAO)	Obligatorio a partir de los 5 años	4-12 años
Escuelas primarias especiales (SBAO, SO)		3-12 años
Educación pre-universitaria (VWO)	Obligatorio	12-18 años
Educación secundaria general superior (HAVO)	Obligatorio	12-17 años
Educación vocacional intermedia (VMBO)	Obligatorio	12-17 años

Las escuelas tienen el apoyo del Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular (SLO, por sus siglas en neerlandés). Esta institución independiente del gobierno, tiene como propósito promover la interacción entre los diferentes niveles del desarrollo curricular (nacional, escolar, aula, alumno) para el fortalecimiento de la coherencia (tanto longitudinal como horizontal) de los planes de estudio, desde los niveles primaria, especial, secundaria y vocacional en todos los temas, estableciendo los objetivos fundamentales de aprendizaje para cada nivel. De este modo, aunque cada escuela pueda tener objetivos particulares para su enseñanza de acuerdo con su tendencia filosófica o pedagógica, deben cumplirse los propósitos generales que se describen a continuación:

En Holanda a partir de 1985, la educación preescolar y la primaria se imparten en un solo bloque de 8 años (2 años de preescolar y 6 años de primaria), y se dirige a aquellos niños que han cumplido los cuatro años de edad. Este nivel es conocido como *basisonderwijs*. El segundo nivel lo constituye la educación secundaria, la cual se imparte bajo diferentes modalidades, las cuales tienen una orientación y duración diversa. Estas modalidades se agrupan en dos tipos de sistemas: la escuela secundaria general y la escuela secundaria vocacional.

La educación secundaria prepara a los estudiantes para su futuro en la sociedad. La VWO prepara a los estudiantes para la educación universitaria, la HAVO para la educación profesional (HBO), la VMBO para la educación profesional (MBO). Además del desarrollo académico, el desarrollo personal y de competencias sociales son dominios importantes del aprendizaje.

### Diversificación del sistema

En Holanda la educación secundaria presenta una alta diversificación en función de sus propósitos propedéuticos o prevocacionales, aunque con una fuerte presencia de opciones de educación tecnológica. A continuación, se hace una descripción general de estas opciones:

#### **VWO (Voorbereidend Wetenschappelijk Onderwijs) y HAVO (Hoger Algemeen Voortgezet Onderwijs o educación secundaria superior)**

La educación preuniversitaria, o VWO, toma seis años y prepara a los estudiantes para la universidad. La educación secundaria general superior, o HAVO, toma cinco años y prepara a los estudiantes para una formación profesional superior (HBO). En los primeros tres años del HVO y VWO (los años inferiores), el énfasis es el conocimiento y habilidades generales. La especialización toma lugar en los años superiores (los últimos tres años del VWO, o los últimos dos años del HAVO). Existen dos tipos de VWO: "Gimnasio" (en el que se incluyen dentro del currículo principal el Griego y el Latín) y "Ateneo" (en el que Griego y Latín son opcionales).

Los primeros tres años del HAVO/VWO empiezan con un periodo de educación secundaria básica. El currículo fundamental incluye: lengua holandesa, lenguas extranjeras, matemáticas, historia, ciencia y otras materias. Los objetivos de rendimiento prescriben qué habilidades y conocimientos deben alcanzar los estudiantes al término del tercer año.

La educación de los años superiores (los últimos dos años del HAVO y los últimos tres años del VWO) se divide en una parte común, una parte de especialización y una parte optativa. Las cuatro combinaciones de aspectos especializados que los estudiantes pueden elegir son: a) Ciencia y tecnología, b) Ciencia y salud, c) Economía y sociedad, y d) Cultura y sociedad.

Los estudiantes deben someterse a evaluación en el año final; los estudiantes del VWO presentan exámenes en nueve aspectos, los estudiantes del HAVO en ocho aspectos. Estas calificaciones de salida, describen el nivel de conocimientos y habilidades que se espera alcancen los estudiantes.

## Educación Prevocacional (VMBO)

Hay dos niveles de educación vocacional: prevocacional (VMBO) y la secundaria vocacional (MBO). VMBO prepara a los estudiantes para la educación secundaria vocacional.

El programa completo del VMBO toma cuatro años. Los estudiantes siguen un currículo general en los primeros dos años, después de los cuales eligen un sector e itinerario de aprendizaje. Hay cuatro sectores y sus correspondientes materias.

En sus años finales, los estudiantes en la educación prevocacional son evaluados y deben someterse a los exámenes nacionales. Los estudiantes en los dos programas vocacionales hacen exámenes en cinco aspectos. Los estudiantes en los programas combinado y teórico, hacen exámenes en seis aspectos. Estas calificaciones de salida para el VMBO, describen el nivel de conocimientos y habilidades que se espera alcancen los estudiantes.

## Después de la VMBO

Muchos de los estudiantes que completan el VMBO van a la educación vocacional secundaria (MBO), lo que incrementa sus oportunidades de trabajo. La educación vocacional secundaria se realiza durante cuatro años, dependiendo del nivel de entrenamiento. Aquellos que completen su entrenamiento pueden empezar a trabajar o ir a otra forma de educación superior.

## México

### Propósitos de la educación en el sistema educativo mexicano

La educación en México está regulada por el artículo 3º constitucional, y la Ley General de Educación (LGE); ahí se determina la normativa que rige el sistema educativo mexicano. Es importante señalar que existe una clara frontera entre la educación básica, fundamentalmente unitaria, y las muchas y diferentes versiones del bachillerato integradas en la llamada educación media superior.

En su presentación el artículo 3º constitucional, menciona (DOF: 7/7/2014):

Todo individuo tiene derecho a recibir educación. El Estado Federación, Estados, Distrito Federal y Municipios, impartirá educación preescolar, primaria, secundaria y media superior. La educación preescolar, primaria y secundaria conforman la educación básica; ésta y la media superior serán obligatorias.

La educación que imparta el Estado tenderá a desarrollar armónicamente, todas las facultades del ser humano y fomentará en él, a la vez, el amor a la Patria, el respeto a los derechos humanos y la conciencia de la solidaridad internacional, en la independencia y en la justicia.

El Estado garantizará la calidad en la educación obligatoria de manera que los materiales y métodos educativos, la organización escolar, la infraestructura educativa y la idoneidad de los docentes y los directivos garanticen el máximo logro de aprendizaje de los educandos.

- I. Garantizada por el artículo 24 la libertad de creencias, dicha educación será laica y, por tanto, se mantendrá por completo ajena a cualquier doctrina religiosa;
- II. El criterio que orientará a esa educación se basará en los resultados del progreso científico, luchará contra la ignorancia y sus efectos, las servidumbres, los fanatismos y los prejuicios.

## Características del currículo

La LGE establece que los planes, programas, métodos y materiales educativos son un componente del sistema educativo mexicano (art. 10) y su producción está a cargo de la Secretaría de Educación Pública (SEP) a través de la Dirección General de Desarrollo Curricular.

Corresponden de manera exclusiva a la autoridad educativa federal las atribuciones siguientes:

Determinar para toda la República los planes y programas de estudio para la educación primaria, la secundaria, la normal y demás para la formación de maestros de educación básica, a cuyo efecto se considerará la opinión de las autoridades educativas locales y de los diversos sectores sociales involucrados en la educación en los términos del Artículo 48; Fijar los requisitos pedagógicos de los planes y programas de educación inicial y preescolar que, en su caso, formulen los particulares (art. 12). [...] La Secretaría determinará los planes y programas de estudio, aplicables y obligatorios en toda la República, de la educación primaria, la secundaria, la educación normal y demás para la formación de maestros de educación básica

Reconociendo la amplia variedad de instancias que ofertan planes y programas de educación media superior y la carencia de criterios que las organicen, así como la necesidad de asegurar una educación de calidad a las nuevas generaciones, en 2008 la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS,) proporcionó un marco de organización común. La reforma consideró cuatro ejes principales (INEE, 2013):

- Marco Curricular Común con base en competencias
- Definición y regulación de las modalidades de la oferta
- Mecanismos de gestión
- Certificación nacional complementaria

En materia curricular, las diversas instituciones públicas que imparten educación media superior intentaron conciliarse en el denominado Marco Curricular Común (MCC) con base en competencias, que intentaba unificar, en lo posible, la diversa y amplia oferta educativa nacional en ese nivel (DOF, 26/IX/2008):

Para el caso de México el año lectivo se compone de 200 días efectivos de clase, para el nivel de preescolar el promedio de horas anuales es de 532 horas; para primaria es de 800 horas y para secundaria 1 047 horas (OCDE, 2014).

**Cuadro 3.6a.** Sistema educativo previo a la educación superior de México

Nivel educativo	Obligatoriedad	Edad
Preescolar	Obligatoria: 3 años	3-5 o de 4-6 años
Elemental o primaria	Obligatoria: 6 años	5-11 o de 6-12 años
Educación media o secundaria	Obligatoria: 3 años	12-14 o de 13-15 años
Educación media superior o bachillerato	Obligatoria: 3 años	15-17 o de 16-18 años
<b>Conjunto</b>	<b>15 años</b>	<b>3-18 años</b>

La educación básica es obligatoria y está compuesta por tres niveles: preescolar, primaria y secundaria. Este tipo educativo está estructurado para que se curse de manera regular de los 3 a los 14 años de edad. Para atender las características lingüísticas y culturales de cada uno de los grupos indígenas del país, así como de la población rural dispersa y de los grupos migrantes, la LGE establece que el Estado debe realizar las adaptaciones necesarias para brindar a cada uno de estos grupos el acceso a la educación obligatoria por medio de distintos tipos de servicio (INEE, 2014).

La educación media superior (EMS) es obligatorio desde 2012. La edad típica de los estudiantes en educación media superior es entre los 15 y 17 años. Su oferta actual se organiza en tres grandes modelos: general, tecnológico y profesional técnico. El bachillerato general prepara al estudiante en diferentes disciplinas y ciencias, para que pueda cursar estudios del tipo superior. El bachillerato tecnológico, por su parte, es bivalente; tiene dos propósitos: preparar a los estudiantes para el ingreso a la educación superior, así como capacitarlos para que tengan opciones de participación laboral en actividades agropecuarias, pesqueras, forestales, industriales y de servicios, y del mar. La educación profesional técnica, en su mayoría bivalentes, forma a técnicos en actividades industriales y de servicios (INEE, 2014).

Para el caso de la educación media existen 32 diferentes modalidades que en general se pueden agrupar en tres categorías; el bachillerato de preparación a los estudios superiores, bachillerato con formación técnica como área terminal y el bachillerato bivalente, en el cual el alumno posee los conocimientos para continuar con un nivel de estudios superior o enfocarse al mundo laboral.

### Diversificación del sistema

La educación preescolar y primaria se imparte en los servicios general, indígena y cursos comunitarios. En educación secundaria se ofrecen cinco tipos de servicio: general, técnica, telesecundaria, cursos comunitarios y para trabajadores.

En lo que se refiere a la educación preescolar y la educación primaria, el tipo de servicio general es el más extendido en todo el país; es proporcionado por la Secretaría de Educación Pública (SEP), los gobiernos de las entidades, así como por particulares en el medio urbano y rural.

La educación preescolar y la educación primaria indígenas, como su nombre lo indica, están dirigidas a las diversas poblaciones indígenas existentes en el país y deben ser impartidas por profesores con conocimientos de la lengua indígena que se habla en cada lugar, aunque esto no siempre se garantiza. La SEP brinda este servicio por medio de la Dirección General de Educación Indígena (DGEI).

La educación que se ofrece a través de cursos comunitarios depende del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE). En este tipo de servicio, el preescolar está dirigido a niños de 3 años cumplidos al 31 de diciembre del año de inicio del ciclo escolar, a niños de 5 años 11 meses en comunidades indígenas de menos de 500 habitantes, así como a niños migrantes que residen en campamentos agrícolas y albergues. La educación primaria comunitaria está enfocada a niños desde los 6 años cumplidos al 31 de diciembre del año de inicio del ciclo escolar hasta adolescentes de 14 años 11 meses, que habitan en localidades de menos de 100 habitantes, así como a niños y adolescentes migrantes que residen en campamentos agrícolas y albergues. Preferentemente se atienden localidades que registran altos o muy altos niveles de marginación o rezago social, considerando el indicador definido por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) según el acuerdo 668 de la SEP, emitido el 25 de febrero de 2013.

En lo que respecta a la educación secundaria, el tipo de servicio general es el de mayor presencia en el país y, al igual que la educación preescolar y primaria general dependen de la SEP. La secundaria comunitaria está dirigida preferentemente a niños y adolescentes egresados de primarias comunitarias. En las secundarias técnicas, además de proporcionar formación humanística, científica y artística, se brinda una educación tecnológica básica que permite al estudiante participar productivamente en el desarrollo del país. En este tipo de servicio, el alumno egresado obtiene un diploma que avala su actividad en el ámbito tecnológico.

Las telesecundarias atienden la demanda educativa de la población que no tiene acceso a escuelas secundarias generales o técnicas que permite al estudiante participar productivamente en el desarrollo del país. Este tipo de servicio se distingue por hacer uso de medios electrónicos y de comunicación (televisión, señal satelital y videos), además de contar con un profesor por grupo, condición que no siempre ocurre.

La secundaria para trabajadores, como su nombre lo indica, inicialmente estaba dirigida a las personas que laboraban y contaban con al menos 15 años de edad. A lo largo del tiempo esto ha cambiado y hoy es posible encontrar estudiantes con menor edad que la señalada. El plan de estudios de educación secundaria para trabajadores no incluye actividades tecnológicas, talleres, ni Educación Física. Generalmente se imparte en el turno nocturno, en los inmuebles de las escuelas generales (INEE, *Panorama Educativo de México 2013. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación Básica y Media Superior*, 2014).

## Comparación sintética de las propuestas curriculares por país seleccionado

Para los tres países con los que se cuenta con una descripción más detallada del currículo escolar, podemos hacer algunos comparativos de su estructura:

**Cuadro 3.7a. Estructura curricular general de Chile, Corea del Sur y México**

	Chile	Corea del Sur	México
Número de semanas de clase por año escolar	40	34	40
Horas/semanas educación básica	30 <sup>1</sup>	34 <sup>2</sup>	33
Materias de educación básica primaria <sup>4</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenguaje y Comunicación</li> <li>• Lengua Indígena<sup>5</sup></li> <li>• Idioma Extranjero<sup>6</sup></li> <li>• Matemáticas<sup>7</sup></li> <li>• Ciencias Naturales</li> <li>• Historia</li> <li>• Geografía y Ciencias Sociales</li> <li>• Educación Tecnológica</li> <li>• Educación Artística</li> <li>• Educación Física</li> <li>• Religión<sup>8</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenguaje Coreano<sup>9</sup></li> <li>• Educación Moral (1 h de 3º a 6º)</li> <li>• Estudios Sociales (3 h)</li> <li>• Matemáticas (4 h)<sup>10</sup></li> <li>• Ciencias (3 h)<sup>11</sup></li> <li>• Artes Prácticas (2 h)<sup>12</sup></li> <li>• Educación Física (3 h)<sup>13</sup></li> <li>• Música y Finas Artes (2 h)</li> <li>• Lengua Extranjera: Inglés (2 h)<sup>14</sup></li> <li>• Actividades Opcionales<sup>15</sup></li> <li>• Actividades Extracurriculares<sup>16</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Español (8 h)</li> <li>• 2ª Lengua: Inglés (5 h)</li> <li>• Matemáticas (7 h)</li> <li>• Ciencias Naturales (4 h)</li> <li>• Geografía (2.5 h)</li> <li>• Historia (2.5 h)</li> <li>• Formación Cívica y Ética (2 h)</li> <li>• Educación Física (2 h)</li> <li>• Educación Artística (2 h)<sup>17</sup></li> </ul>
Materias de la enseñanza media y secundaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenguaje y Comunicación</li> <li>• Idioma Extranjero</li> <li>• Matemática</li> <li>• Historia</li> <li>• Geografía y Ciencias Sociales</li> <li>• Biología</li> <li>• Química</li> <li>• Física</li> <li>• Educación Tecnológica</li> <li>• Artes Visuales o Artes Musicales</li> <li>• Educación Física</li> <li>• Religión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenguaje Coreano (4 hr)<sup>18</sup></li> <li>• Educación Moral (2 h)</li> <li>• Estudios Sociales<sup>19</sup></li> <li>• Historia (2º 3 h y 3º 2 h 1º no lleva.)</li> <li>• Matemáticas (4 h 1º y 2º y 3 h, 3º)</li> <li>• Ciencias (3 h 1º y 4 h 2º y 3º)</li> <li>• Tecnología y Economía Doméstica (2 h en 1º y 3 h en 2º y 3º)</li> <li>• Educación Física (3 h en 1º, 2º y 2 h en 3º)</li> <li>• Música y Finas Artes (1º y 2º 1 h 3º 2 h)</li> <li>• Lengua Extranjera: Inglés (3 h en 1º y 2º y 4 h en 3º)</li> <li>• Actividades Opcionales (3 h)</li> <li>• Actividades Extracurriculares (2 h)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Español (7 h)</li> <li>• 2ª lengua: Inglés (5 h)</li> <li>• Matemáticas (7 h)</li> <li>• Ciencias Naturales (7 h)<sup>20</sup></li> <li>• Geografía de México y del Mundo (1º año, 5 h), Historia y II<sup>21</sup></li> <li>• Formación Ética y Cívica (4 h)<sup>22</sup></li> <li>• Educación Física (3 h)</li> <li>• Tecnología (3 h)</li> <li>• Artes (3 h)</li> <li>• Asignatura Estatal (3 h)</li> <li>• Tutoría (2 h)</li> </ul>

- <sup>1</sup> Excepto lengua y matemáticas que deben tener 5 hrs. semanales, los directores o jefes de estudio fijan la carga horaria de las demás materias. OEI Sistemas educativos nacionales. Chile. <http://www.oei.es/quipu/chile/CHIL08.PDF>
- <sup>2</sup> El número de horas a la semana en 1º y 2º grado es de 30. School Curriculum of the Republic of Korea. Ministry of Education, Science and Technology Korea. Proclamation of Ministry Education Science and Technology #2008-160. p. 9.
- <sup>3</sup> En educación Media o Secundaria es de 45 hrs.
- <sup>4</sup> En México las materias se dividen en tres ciclos (1º-2º, 3º-4º, y 5º-6º) [www. Diputados.gob.mx/sedia/sia/SAPI-ISS-56-12.pdf](http://www.Diputados.gob.mx/sedia/sia/SAPI-ISS-56-12.pdf). P.92
- <sup>5</sup> Obligatorio ofrecerlo en los establecimientos con alta densidad de matrícula indígena.
- <sup>6</sup> Obligatorio desde 5º a 8º básico.
- <sup>7</sup> Horas a la semana.
- <sup>8</sup> Obligatorio ofrecerlo, pero opcional cursarlo para alumnos y alumnas.
- <sup>9</sup> En 1º y 2º son de 7 a 8 hrs./sem.; 3º, 7hrs.; y 4º, 5º y 6º es de 6hrs/sem.
- <sup>10</sup> 1º y 2º 4hrs./sem.
- <sup>11</sup> Explorando la vida 1º y 2º año, 3 hrs./sem., y se cursan ciencias desde el tercer año.
- <sup>12</sup> No se cursan hasta el 5º y 6º año
- <sup>13</sup> En 1º y 2º año llevan "Happy life", 6 hrs./sem., y "Nosotros somos el 1er grado" con 2.5hrs./sem, y desde 3º se cursa educación física.
- <sup>14</sup> En 1º y 2º sólo es 1hr./sem.
- <sup>15</sup> En 1º, 2º y 3º son 2hrs./sem.
- <sup>16</sup> Los 3 primeros años tienen 1hr. y los otros 3, 2hrs. Son actividades el desarrollo autónomo, adaptación, servicio social y actividades en eventos.
- <sup>17</sup> Materias del 6º de primaria.
- <sup>18</sup> En 7º son 5hrs/sem.
- <sup>19</sup> 3 hrs. en 1º, 2º no se lleva y 1h. en 3º.
- <sup>20</sup> En primer año es con énfasis en Biología, el 2º con énfasis en Física, y el 3º con énfasis en Química.
- <sup>21</sup> 2º y 3er año 4 hrs. por curso.
- <sup>22</sup> Son 2 hrs./sem., y son actividades relacionadas con las materias y creativas.

## DIRECTORIO

### JUNTA DE GOBIERNO

Eduardo Backhoff Escudero

CONSEJERO PRESIDENTE

Teresa Bracho González

CONSEJERA

Gilberto Ramón Guevara Niebla

CONSEJERO

Sylvia Irene Schmelkes del Valle

CONSEJERA

Margarita María Zorrilla Fierro

CONSEJERA

### TITULARES DE UNIDAD

Francisco Miranda López

UNIDAD DE NORMATIVIDAD Y POLÍTICA EDUCATIVA

Jorge Antonio Hernández Uralde

UNIDAD DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA EDUCATIVO NACIONAL

María del Carmen Reyes Guerrero

UNIDAD DE INFORMACIÓN Y FOMENTO DE LA CULTURA  
DE LA EVALUACIÓN

Miguel Ángel de Jesús López Reyes

UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN

Luis Felipe Michel Díaz

CONTRALOR INTERNO

José Roberto Cubas Carlín

COORDINACIÓN DE DIRECCIONES DEL INEE  
EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS

### **Dirección General de Difusión y Fomento de la Cultura de la Evaluación**

José Luis Gutiérrez Espíndola

### **Dirección de Difusión y Publicaciones**

Alejandra Delgado Santoveña



Estudios e  
investigaciones

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PROPUESTA CURRICULAR DE CIENCIAS  
EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA EN MÉXICO Y OTROS PAÍSES

Es una publicación digital del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.  
En su formación se emplearon las familias tipográficas Corbel y Caecilia LT Std.  
Mayo de 2017.