



Perfiles Educativos

ISSN: 0185-2698

perfiles@unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de
México
México

Ruiz, Marcela; Montenegro, Maximiliano; Meneses, Alejandra; Venegas, Alejandra
Oportunidades para aprender ciencias en el currículo chileno: contenidos y habilidades en
educación primaria

Perfiles Educativos, vol. XXXVIII, núm. 153, julio-septiembre, 2016, pp. 16-33

Universidad Nacional Autónoma de México

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13246712002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Oportunidades para aprender ciencias en el currículo chileno: contenidos y habilidades en educación primaria

MARCELA RUIZ* | MAXIMILIANO MONTENEGRO**
ALEJANDRA MENESES*** | ALEJANDRA VENEGAS****

Este trabajo describe la organización, distribución y frecuencia de las oportunidades de aprendizaje de las ciencias naturales ofrecidas por la reforma de las Bases Curriculares 2012 para educación básica en Chile. El currículo fue segmentado en elementos que fueron codificados de acuerdo a los contenidos científicos, procesos cognitivos y habilidades científicas presentes/ausentes. Los resultados indican que la mitad de los contenidos científicos corresponde al eje temático Ciencias de la Vida (51.5 por ciento); en tanto los contenidos específicos de cada eje presentan una distribución heterogénea y sin un criterio definido de progresión. Las habilidades científicas predominantes son *comunicar* (27.8 por ciento) y *observar* (15.2 por ciento), y prevalecen las habilidades cognitivas de baja complejidad como *comprender* (49.0 por ciento) y *recordar* (27.6 por ciento). En una reforma curricular resulta imperativo que el currículo prescrito sea consistente con las metas planteadas y que muestre una organización y progresión de contenidos y habilidades coherente con ese fin.

This article describes the organization, distribution and frequency of opportunities for learning natural science under the 2012 national curriculum reform in Chile. This curriculum was divided into elements that were coded according to scientific content, cognitive process and scientific skills that are present or absent. The results indicate that half of the scientific content corresponds to the Life Sciences subject matter (51.5%), whereas the specific content of each central theme is heterogeneous in nature and lacking progression criteria. The predominant scientific skills are communicate (27.8%) and observe (15.2%), whereas cognitive skills of low complexity such as understand (49%) and recall (27.6%) are also present. An essential characteristic of curricular reform is consistency of the obligatory curriculum with the proposed goals and demonstration of the organization and progression of content and skills consistent with this purpose.

Palabras clave

Currículo
Análisis del discurso
Educación científica
Oportunidades educativas
Objetivos educativos

Keywords

Curriculum
Discourse analysis
Science education
Educational opportunities
Educational goals

Recepción: 6 de febrero de 2015 | Aceptación: 6 de mayo de 2015

* Profesora auxiliar de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Alberto Hurtado (Santiago de Chile). Doctora en Lingüística. CE: maruiz@uahurtado.cl

** Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago de Chile). Doctor en Física y en Educación. CE: maximiliano.montenegro@uc.cl

*** Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago de Chile). Doctora en Lingüística. CE: amenesea@uc.cl

**** Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago de Chile). Licenciada en Estadística. CE: anvenega@uc.cl @uc.cl

INTRODUCCIÓN¹

La relevancia de la enseñanza de las ciencias en la escuela ha aumentado a nivel mundial, en virtud del imperativo de participar en una economía globalizada e incrementar la calidad de vida de la ciudadanía. Este requerimiento es apoyado por organismos internacionales (UNESCO, OCDE, Banco Mundial) que reconocen el aprendizaje de las ciencias como una pieza clave para el desarrollo económico y tecnológico (Dillon, 2009; Jenkins, 2009; Lavonen y Laaksonen, 2009; Millar *et al.*, 2006). Desde 1960, diversas naciones desarrolladas y en vías de desarrollo han asumido este desafío y lo enfrentan mediante cambios o actualizaciones de sus currículos. De igual modo, han instalado sistemas internos de evaluación de los aprendizajes y han participado en evaluaciones internacionales como TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) y PISA (Programme for International Student Assessment) (Coll y Taylor, 2012).

La manera de concebir la educación científica ha experimentado transformaciones. Por un lado, la concepción basada en la enseñanza de hechos o datos científicos ha sido reorientada hacia el desarrollo de habilidades científicas; este planteamiento promueve las prácticas de indagación, el uso de evidencias, la construcción de modelos y explicaciones científicas, el estudio de la naturaleza de la ciencia y la perspectiva (multi)disciplinaria para abordar los fenómenos naturales (Bybee, 2002; Duschl, 2008; Jenkins, 2009; Kim *et al.*, 2013). Por otro lado, ha cobrado importancia la dimensión social, ética y tecnológica de la educación científica vinculada a contextos socialmente significativos; y, además, hay mayor interés en propiciar el acceso al conocimiento científico de la ciudadanía (Mueller y Tippins, 2012; Sadler y Dawson, 2012).

Las transformaciones señaladas expresan el actual desafío que implica la enseñanza de

las ciencias; cada país ha diseñado una forma particular de enfrentar este desafío, y esta diversidad se ha traducido en las distintas concepciones de las ciencias, presentes en los currículos nacionales. Por ejemplo, en Singapur la reforma curricular enfatiza especialmente el proceso de indagación (Kim *et al.*, 2013; Millar, 2011; Schmidt y Prawat, 2006); en Inglaterra se busca mejorar la alfabetización científica de todos los estudiantes y a la vez preparar a las nuevas generaciones de científicos (Millar, 2011), mientras que el reciente currículo de Islandia asocia la alfabetización científica con principios éticos para una sociedad más equitativa y humana (Thorolfsson *et al.*, 2012).

De esta manera, en los currículos nacionales se prescriben las metas de aprendizaje que son consideradas valiosas para una sociedad con respecto a la enseñanza de las ciencias. Las metas curriculares, a su vez, están alineadas con las evaluaciones nacionales e internacionales que se llevan a cabo en los sistemas escolares. De igual modo, el currículo pretendido, que se expresa a través de los aprendizajes esperados para cada curso y/o nivel escolar, orienta el diseño e implementación de las estrategias instruccionales y los procesos evaluativos en el aula. El conocimiento del currículo y de las políticas educacionales también son parte de la formación profesional docente (Shulman, 2005). Con respecto a la elaboración de textos escolares u otros recursos instruccionales, la selección de los contenidos y de las habilidades a desarrollar está influenciada por las metas propuestas en el currículo (Meneses *et al.*, 2014). El diseño del currículo prescrito, por lo tanto, tiene impacto no sólo en la práctica pedagógica vinculada a las oportunidades de aprendizaje que se ofrecen a los estudiantes en el aula, sino también en la elaboración de las políticas públicas y en la formación inicial docente (Cai y Cirillo, 2014; Calado, *et al.*, 2013; Gysling, 2003; Kridel, 2010; Valverde, 2004).

¹ Proyecto Fondecyt 1103953, CONICYT, Chile.

La manera en que están construidas y organizadas las metas de aprendizaje en el currículo puede promover la realización de ciertas actividades en el aula que buscan alcanzar los objetivos propuestos, así como orientar la evaluación de los aprendizajes alcanzados (Kim *et al.*, 2013; Millar, 2011; Schmidt y Prawat, 2006). En consecuencia, la selección de habilidades y contenidos, el modo en que éstos se conectan y la forma en que progresan en cada currículo nacional es un punto de referencia básico para su implementación y su evaluación (Calado *et al.*, 2013; Fortus y Krajcik, 2012; Jenkins, 2009; Millar, 2011). En la medida en que un currículo presenta objetivos de aprendizaje asociados de forma clara a habilidades y contenidos, es posible formular descripciones más precisas sobre los niveles de desempeño esperados y obtener evidencia sobre los desempeños efectivamente alcanzados por los estudiantes. En efecto, a partir del contraste entre objetivos de aprendizaje y niveles de desempeño alcanzados sería posible generar un diseño curricular que incluyera un rango de enfoques y recursos instruccionales apropiado para los tipos de progresión que requieren los estudiantes (Corcoran *et al.*, 2009).

COHERENCIA Y PROGRESIÓN CURRICULAR EN CIENCIAS

Los países que obtuvieron buenos resultados en el Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) se caracterizaron por tener diseños curriculares coherentes, es decir, por la existencia, para cada grado y entre grados, de una secuenciación y jerarquización de los contenidos y de los desempeños esperados consistentes con la disciplina. En tanto, los bajos resultados de los Estados Unidos en el tercer TIMSS fueron atribuidos, en parte, a la alta variabilidad en la cobertura curricular y a la ausencia de criterios de progresión curricular comunes en los distintos estados (Schmidt y Prawat, 2006; Schmidt *et al.*, 2005).

La ciencia escolar es una asignatura que suele estar integrada por cuatro campos de conocimiento: física, química, biología y ciencias de la Tierra, y la articulación entre ellas se manifiesta de diversa manera en los currículos nacionales. Los países que obtuvieron los desempeños más destacados en el tercer TIMSS para el nivel primario (Singapur, Corea, Japón, República Checa) coinciden en organizaciones curriculares en las que los temas científicos fundamentales mantienen relaciones interdisciplinarias y se extienden a lo largo de varios grados, con una progresión que va desde los aspectos descriptivos hacia los teóricos. Además, comparten el inicio de la enseñanza de la ciencia en tercer grado (Schmidt *et al.*, 2005).

Entre los temas clave de las ciencias se encuentran la clasificación de los seres vivos y sus sistemas, la clasificación de las características físicas de la Tierra, la clasificación de las propiedades de la materia y las formas de la energía. Los currículos de los países con alto desempeño se caracterizan por presentar una estructura de triángulo invertido en torno a las disciplinas, es decir, los temas científicos van aumentando en cantidad y en complejidad a medida que aumenta el nivel de escolaridad: en biología los contenidos progresan desde la taxonomía y morfología de los seres vivos hacia la ecología y el medio ambiente, así como hacia la fisiología y bioquímica; mientras que las ciencias de la Tierra se inician con la descripción y clasificación de los rasgos físicos de la Tierra y el Sistema Solar para avanzar hacia sus procesos. Para la física y química, la progresión comienza con la descripción de las propiedades de la materia y se dirige hacia los cambios de la materia, las formas de energía y fuerza, y nociones de química básica y movimiento (Smith *et al.*, 2005).

Otra propuesta de organización curricular es la planteada por Harlen *et al.* (2012), quien utiliza tres metáforas para representar modelos de progresión del aprendizaje de las Grandes Ideas de la Ciencia. La primera

metáfora corresponde al *ascenso por una escalera*, que se caracteriza por una secuencia única de actividades instruccionales que va aumentando gradualmente su complejidad; sus destinatarios son un grupo homogéneo de estudiantes. La segunda metáfora es *armar un rompecabezas*; en este proceso los estudiantes seleccionan y agrupan piezas aisladas para formar estructuras más complejas hasta conseguir armar la imagen completa. La tercera se denomina *entrenamiento para un maratón*; con esta imagen se destaca que los aprendizajes se logran de forma gradual y de forma sucesiva, es decir, se reiteran los recorridos, pero en cada trayecto se incrementa la dificultad en relación con el logro obtenido previamente.

Si bien estas metáforas contribuyen a representar de forma más comprensible la manera en que progresaría el aprendizaje en ciencias, no permiten identificar con precisión la organización de un currículo; además, no proporcionan información suficiente, basada en evidencias, que pueda orientar el modo en que los objetivos de aprendizaje del currículo prescrito se podrían implementar en los restantes niveles curriculares: currículo editado, currículo implementado y currículo evaluado (Gimeno, 2002). Lo anterior muestra que es necesario avanzar en descripciones sistemáticas de los currículos a través del análisis de los documentos curriculares, con el fin de conocer el modo en que están contruidos, más allá de los propósitos o intenciones declaradas.

Efectivamente, la coherencia es un factor clave en los currículos nacionales dado que su organización impacta y guía las expectativas de aprendizaje de los estudiantes, la construcción de recursos, el diseño de estrategias instruccionales y la evaluación (Newmann *et al.*, 2001). Un currículo considerado coherente estaría “articulated over time as a sequence of topics and performances consistent with the logical and, if appropriate, hierarchical nature of the disciplinary content from which the subject-matter derives” (Schmidt *et al.*, 2005: 548). Un rasgo importante para el diseño de

los currículos es la presencia de una progresión de los aprendizajes, cuyos contenidos deberán estar organizados de acuerdo al campo disciplinario al que pertenecen; además, tanto las habilidades o niveles de profundidad de los conocimientos que se espera que los estudiantes aprendan, como los desempeños esperados, deberán estar secuenciados (Fortus y Krajcik, 2012; Salinas, 2009).

LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN CHILE

En Latinoamérica se han llevado a cabo diversas reformas educativas para mejorar la educación científica; sin embargo, los resultados de las mediciones internacionales (TIMSS, PISA) indican que los desempeños de los estudiantes de esta región no son los esperados. Con base en la insatisfacción de los desempeños alcanzados en las mediciones internacionales, se han observado problemas en la formulación clara de las metas de aprendizaje y la prevalencia de ambigüedades, imprecisiones y hasta contradicciones en los currículos nacionales. Y es a partir de esos problemas que se derivan consecuencias no deseadas, por ejemplo, se impide el establecimiento de relaciones coherentes entre el currículo pretendido y el implementado, y no se pueden verificar los resultados del aprendizaje alineados con el currículo (Valverde y Näslund-Hadley, 2011).

Con el fin de mejorar la calidad de la educación e incrementar el desarrollo económico en Chile, en las últimas décadas se han propuesto e implementado gradualmente reformas y ajustes curriculares para el nivel primario y secundario del sistema escolar. Durante las dos primeras décadas del siglo XXI, el Ministerio de Educación chileno ha propuesto dos cambios curriculares (Gysling, 2003): el primero corresponde al implementado para el nivel primario a través del Decreto 40/1996 —Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la enseñanza básica (Ministerio de Educación, 1996)— cuya

principal actualización se efectuó en 2009 mediante el Decreto 256/2009 (Ministerio de Educación, 2009). En relación a esta reforma curricular, Valverde (2004) realiza un contraste entre el currículo que regía desde 1980 y la reforma de 1996. Entre sus principales resultados destacan, por ejemplo, cambios que van desde la descripción de las características de la Tierra hasta la comprensión de sus procesos, de modo que con esta nueva orientación pudo observarse cierta convergencia con la tendencia internacional de la enseñanza de la ciencia. El siguiente cambio significativo se produjo con los contenidos asociados a los seres vivos, donde se enfatizó la comprensión de la interacción de sistemas complejos por sobre la identificación de los hábitats y sus características. Tales modificaciones apuntaron a promover niveles de mayor complejidad en la nueva propuesta curricular.

El segundo cambio consistió en la promulgación, para educación básica, de las Bases Curriculares 2012, Decreto 439/2012 (Ministerio de Educación, 2012), las cuales se implementaron a partir de 2013 de primero a sexto grado de educación primaria. Específicamente, las Bases Curriculares 2012 para las ciencias naturales promueven el desarrollo de las siguientes habilidades científicas: analizar, clasificar, comparar, comunicar, evaluar, experimentar, explorar, formular preguntas, investigar, medir, observar, planificar, predecir, registrar, y usar instrumentos y modelos. Además establecen tres etapas del proceso de investigación científica: observar

y preguntar; experimentar, planificar y conducir una investigación; analizar evidencias y comunicar. En estas etapas se integran las habilidades científicas mencionadas.

En la primera etapa, *observar y preguntar*, se busca desarrollar la capacidad de conocer, descubrir y razonar acerca del entorno, así como la observación, formulación de preguntas, manipulación, inferencia y predicción. De estas habilidades, la manipulación e inferencia no son parte de las habilidades científicas declaradas. El segundo proceso, *experimentar*, está focalizado en 1° y 2° básico, mientras que planificar y conducir una investigación está situado entre 3° y 6° básico, así como las habilidades científicas asociadas son la exploración, experimentación, planificación e investigación. El último proceso es *analizar evidencias y comunicar*, cuya meta es organizar los datos para compartir los resultados, que implica la habilidad de comunicar. Si bien las habilidades analizar, clasificar, comparar, evaluar, medir, registrar, usar instrumentos y usar modelos no son mencionadas explícitamente dentro de los procesos de investigación científica, se asume que deben ser desarrolladas en alguno de los procesos.

En cuanto al conocimiento de temas científicos y sobre la naturaleza de la ciencia, en las Bases Curriculares 2012 se declara que éste se articula de acuerdo a la noción de Grandes Ideas de la Educación en Ciencias (Harlen *et al.*, 2012), que están compuestas por 10 ideas de la ciencia,² y por cuatro ideas acerca de la ciencia.³ Estas últimas se refieren a las nociones

2 Las ideas de la ciencia corresponden a: "1) Todo material en el Universo está compuesto de partículas muy pequeñas; 2) los objetos pueden afectar otros objetos a distancia; 3) el cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él; 4) la cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir; 5) la composición de la Tierra y de la atmósfera, y los fenómenos que ocurren en ellas, le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima; 6) el Sistema Solar es una muy pequeña parte de una de las millones de galaxias en el Universo; 7) los organismos están organizados con base en células; 8) los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos; 9) la información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación; 10) la diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución" (Harlen *et al.*, 2012: 14).

3 Las cuatro ideas acerca de las ciencias son: "11) la ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas; 12) las explicaciones, las teorías y modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento; 13) el conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos; 14) las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas" (Harlen *et al.*, 2012: 14).

fundamentales que relacionan fenómenos naturales relevantes con teorías científicas fundamentales, y que destacan el proceso científico y su impacto en la sociedad. Así, las grandes ideas de la educación en ciencias representan un conjunto mínimo de elementos que un adulto debe conocer sobre la ciencia para desarrollarse en la sociedad moderna.

En las Bases Curriculares, por tanto, el desarrollo de la indagación científica y las Grandes Ideas de la Educación en Ciencias tienen como finalidad alcanzar la alfabetización científica de los estudiantes. Para el nivel primario la alfabetización científica está vinculada con la importancia de la toma de decisiones en la vida cotidiana y el empleo del saber científico escolar; de igual modo, se destaca el uso de evidencias y el desarrollo de habilidades científicas que, articuladas con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), contribuyen a la comprensión de los fenómenos naturales.

En el currículo nacional chileno los contenidos científicos están organizados en torno a tres ejes temáticos: *ciencias de la vida*, integrado por conceptos referidos a los seres vivos y sus interacciones, tales como cuerpo humano y salud, y cuidado del medio ambiente; *ciencias físicas y químicas*, compuesto por conceptos vinculados a energía y materia; y *ciencias de la Tierra y el Universo*, constituido por fenómenos de la Tierra y su relación con el Universo.

La organización curricular de los ejes temáticos y habilidades científicas descritas en las Bases Curriculares 2012, en principio, debería reflejar las dimensiones y las relaciones que declara el currículo nacional para el nivel primario. De igual modo, se esperaría que el currículo nacional se proyectara consistentemente en el currículo implementado y el currículo evaluado en el aula. Para poder determinar el tipo de relación entre los niveles curriculares mencionados, en primer lugar es necesario contrastar los ejes y dimensiones de las Bases Curriculares 2012 con la formulación efectiva de los objetivos de aprendizaje

presentes en el documento curricular. Este trabajo busca caracterizar las oportunidades de aprendizaje de contenidos y habilidades científicas y cognitivas en ciencias naturales que las Bases Curriculares 2012 ofrecen para la educación primaria.

METODOLOGÍA

La investigación es descriptiva de tipo mixto (Creswell, 2009); se analiza el documento oficial de las Bases Curriculares 2012 para determinar las oportunidades de aprendizaje que ofrece. Desde una perspectiva funcional, considera los propósitos comunicativos y los contextos sociales e institucionales (Bhatia, 2004; Parodi, 2010; Swales, 1995) en que se sitúa el discurso curricular. Esta perspectiva es parte del marco de investigación del análisis del discurso que estudia la forma en que los géneros discursivos son parte de las prácticas institucionales, y cómo a través de su construcción e interpretación los sujetos y las comunidades alcanzan determinados objetivos (Bhatia, 2004). Además, se emplean estadísticos descriptivos para determinar la proporción y distribución de los componentes identificados del currículo en estudio.

Segmentación del documento curricular

La estrategia de análisis consistió en seleccionar, de las Bases Curriculares 2012 en el subsector de ciencias naturales, los objetivos de aprendizaje de los ejes temáticos (Ciencias de la Vida; Ciencias Físicas y Químicas; Ciencias de la Tierra y el Universo), para luego segmentarlos en unidades más pequeñas, con el fin de identificar unívocamente las habilidades y contenidos efectivamente promovidos en ellas.

La oportunidad de aprendizaje, concepto propuesto por McDonnell (1995) como una herramienta de política educacional, fue operacionalizada como la presencia/no presencia, en una unidad informacional, de un contenido en relación con una habilidad incluida en los objetivos de aprendizajes declarados

para cada curso en el currículo nacional. Los objetivos de aprendizaje fueron denominados *elementos*. Un elemento fue operacionalizado como el conjunto de información mínimo verbal y/o visual asociado a habilidades —cognitivas y/o científicas— y a contenidos científicos en que está estructurado el documento. En el documento curricular chileno en estudio, cada elemento se distingue por la presencia de numeración o viñetas.

Dado que un elemento puede estar integrado por más de una habilidad y un

contenido, y con el fin identificar unívocamente estos componentes, los elementos fueron segmentados, a su vez, en *objetos*. Así, los objetos constituyen la unidad mínima informativa verbal y/o visual asociada a un único contenido y a una única habilidad declarados en las Bases Curriculares 2012 en un determinado nivel educativo (Meneses *et al.*, 2014). En el Cuadro 1 se representa la relación entre elementos y objetos en dos objetivos de aprendizaje de 1° de primaria.

Cuadro 1. Identificación de elemento y objetos en Bases Curriculares 2012, ciencias naturales

Elemento	Objeto
2. Observar y comparar animales de acuerdo a características como tamaño, cubierta corporal, estructuras de desplazamiento y hábitat, entre otras.	2.1. Observar animales de acuerdo a características como tamaño, cubierta corporal, estructuras de desplazamiento y hábitat, entre otras.
	2.2. Comparar animales de acuerdo a características como tamaño, cubierta corporal, estructuras de desplazamiento y hábitat, entre otras.

Fuente: elaboración propia.

En el currículo nacional chileno fueron identificados un total de 296 objetos en los ejes temáticos a partir de 109 elementos (*objetivos de aprendizaje*) con un promedio de 2.7 objetos por objetivo de aprendizaje en cada eje temático. Los objetivos de aprendizaje del eje “habilidades de investigación científica” no fueron considerados debido a que tienen un carácter transversal en los tres ejes temáticos y, por lo tanto, su presencia puede ser captada a través de los objetivos de aprendizaje formulados para los ejes temáticos que cumplan con la definición operacional propuesta.

Codificación de objetos: habilidades y contenidos

Las habilidades cognitivas de los objetos identificados en el documento curricular fueron clasificadas de acuerdo a la taxonomía de Anderson y Krathwohl (2001), que organiza los procesos cognitivos según su grado de complejidad. La elección de esta taxonomía se debe a

que obtuvo una confiabilidad entre jueces (*inter-rater reliability*) significativamente mayor con respecto a otras propuestas empleadas en investigaciones sobre alineamiento curricular, tales como las de Marzano, Porter y Guilford (cit. en Nasstrom y Henriksson, 2008).

Por otra parte, las habilidades científicas de los objetos fueron codificadas según las establecidas en las Bases Curriculares 2012; y para los temas y contenidos científicos se utilizaron los ejes temáticos y las especificaciones que plantea el currículo nacional en estudio.

Para medir la confiabilidad de la codificación de los objetos hecha por jueces se seleccionó una submuestra al azar correspondiente a 20 por ciento de los datos. Para la variable *contenidos científicos* se obtuvo un Cohen Kappa de 0.74 con un porcentaje de consistencia de 80 por ciento; para la variable *habilidades científicas* se alcanzó un Cohen Kappa de 0.79 con un porcentaje de consistencia de 80.7 por ciento. Para la variable

procesos cognitivos se logró un Cohen Kappa de 0.52, con un porcentaje de consistencia de 62.35 por ciento. Según Landis y Koch (1977) y Fleiss (1981) los acuerdos obtenidos se ubican entre moderado/favorable y bueno/considerable.

Los objetos codificados fueron contabilizados para determinar la cantidad y proporción en que los procesos cognitivos, contenidos y habilidades científicas están presentes dentro de los objetivos de aprendizaje del currículo nacional. Se presentan los resultados de las categorías señaladas globalmente, es decir, se indica su proporción en la totalidad de

los grados que cubren las Bases Curriculares. Posteriormente, se entregan los datos considerando las mayores y menores frecuencias de aparición de estas categorías por grado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenidos científicos

Las Bases Curriculares 2012 establecen tres ejes temáticos: Ciencias de la Vida, Ciencias Físicas y Químicas y Ciencias de la Tierra y el Universo. Se identificaron 24 contenidos específicos en cada uno de esos temas que se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Contenidos específicos declarados en las Bases Curriculares 2012 según eje temático y tema

Eje temático	Tema	Contenido específico
Ciencias de la Vida	Seres vivos	Característica de los seres vivos
		Ciclos de vida en los seres vivos
		Alimentación y obtención de energía en los seres vivos
	Cuerpo humano y salud	Sistemas corporales
		Desarrollo en el cuerpo humano
		Enfermedades
		Salud y autocuidado
	Cuidado del medio ambiente	Entorno natural
		Efectos de la actividad humana
		Desarrollo sustentable
		Medidas de protección medioambientales
	Materia	Transformaciones de la materia
		Fuerzas
	Energía	Formas de energía
		Sonido
		Electricidad

**Cuadro 2. Contenidos específicos declarados
en las Bases Curriculares 2012 según eje temático y tema** (continuación)

Eje temático	Tema	Contenido específico
Ciencias de la Tierra y el Universo	La Tierra	Tiempo atmosférico
		Estructura de la Tierra
		Movimientos de las capas de la Tierra
		Catástrofes naturales
		Suelo y vida en la Tierra
		Erosión
	El Universo	Movimientos de la Tierra en el espacio
		Sistema Solar

Fuente: elaboración propia.

Si bien en la introducción del documento curricular se declara la importancia de que exista una aproximación “a las grandes ideas de la ciencia, cuya comprensión les permita dotar de sentido a los fenómenos del mundo que los rodea” (Ministerio de Educación, 2012: 138); se observa que el criterio de organización de los temas y contenidos específicos está vinculado a las disciplinas, más que a conceptos relacionados con fenómenos del mundo natural que requieren de la integración interdisciplinaria para su comprensión.

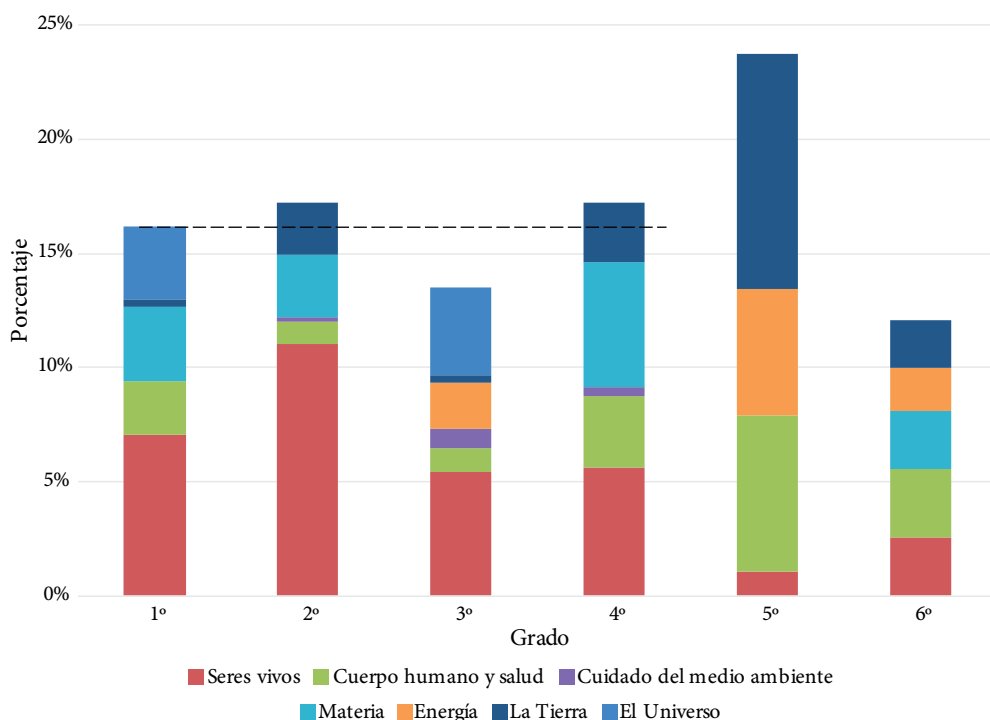
Del total de objetos de 1° a 6° grado, 51.5 por ciento corresponde a contenidos de Ciencias de la Vida, 25 por ciento a contenidos de Ciencias de la Tierra y el Universo, y 23.4 por ciento a contenidos en Ciencias Físicas y Químicas.

El Gráfico 1 muestra la distribución de los contenidos de 1° a 6° grado de las Bases Curriculares, con un promedio de 49.3 objetos por grado escolar. En dicho gráfico, la altura de las barras representa el porcentaje relativo de cada grado con respecto a todos los contenidos propuestos entre 1° y 6° grado; el área de cada zona dentro de las barras representa el porcentaje relativo de cada tema con respecto al total de contenidos cubiertos en ese grado; y la línea entrecortada horizontal corresponde a 16.7 por ciento, es

decir, la distribución uniforme de los contenidos en los diferentes grados. Esta línea permite distinguir los cursos con una menor o mayor concentración de contenidos. Se observa que en 5° grado existe un mayor porcentaje de contenidos (casi 25 por ciento) en relación con los otros grados. Además, en el nivel primario los temas se focalizan en *Tierra* (18 por ciento), *cuerpo humano y salud* (17 por ciento) y *materia* (14 por ciento). En 3° y 6° grados se aprecia un porcentaje menor de contenidos en relación con el nivel educativo.

Con respecto a la variedad de temas cubiertos, se observa que no hay una relación entre la proporción de contenidos del nivel y los temas cubiertos en él: por ejemplo, en 3° grado, con un porcentaje menor de contenidos, destaca que 14 por ciento del total de éstos está distribuido en seis temas (seres vivos, cuerpo humano y salud, cuidado del medio ambiente, energía, Tierra y Universo). De igual modo, en 6° grado se abordan cinco temas (seres vivos, cuerpo humano y salud, materia, energía y Tierra) que representan 12 por ciento del total de temas en todos los niveles. El 5° grado, el nivel con la mayor proporción de contenidos, incluye sólo cuatro temas (seres vivos, cuerpo humano y salud, energía y Tierra).

Gráfico 1. Distribución de los temas científicos en las Bases Curriculares 2012



Fuente: elaboración propia.

También se puede observar que aparentemente no existe una secuencia de progresión de los contenidos que obedezca a algún criterio de organización identificable. Por ejemplo, se detecta la existencia de contenidos cuya proporción varía sin un patrón entre niveles, como sucede con el tema *seres vivos*, que aumenta de 1º (7 por ciento) a 2º grado (11 por ciento), luego disminuye en 3º (5 por ciento) y 4º grado (6 por ciento), para finalmente casi desaparecer en 5º (1 por ciento) y 6º grado (3 por ciento). Mientras tanto, otros temas están concentrados en algunos niveles, como *la Tierra*, que se concentra en 5º grado con un 10 por ciento, mientras que en 2º, 4º y 6º grado aparece en una proporción cercana a 2 por ciento. En relación con la secuencia de los contenidos, se observa que algunos de ellos no están presentes en niveles sucesivos, en particular, *el Universo*: éste sólo aparece en 1º y luego en 3º grado en la misma proporción.

De igual modo, *materia* está presente en 1º y 2º grado con 3 por ciento, para luego reaparecer en 4º (5 por ciento) y 6º grado (3 por ciento) tras estar ausente en 3º. El tema *cuidado del medio ambiente* tiene una representación marginal y sólo se localiza en 2º, 3º y 4º grado. El estudio de Schmidt *et al.* (2005) muestra, como ya se dijo, que los países con buenos resultados en TIMSS poseen currículos que presentan una forma de un triángulo invertido, donde en los primeros niveles existe una baja proporción de los contenidos de ciencias, principalmente relacionados con conceptos fundamentales, que va aumentando en la medida que se incrementa el grado educativo.

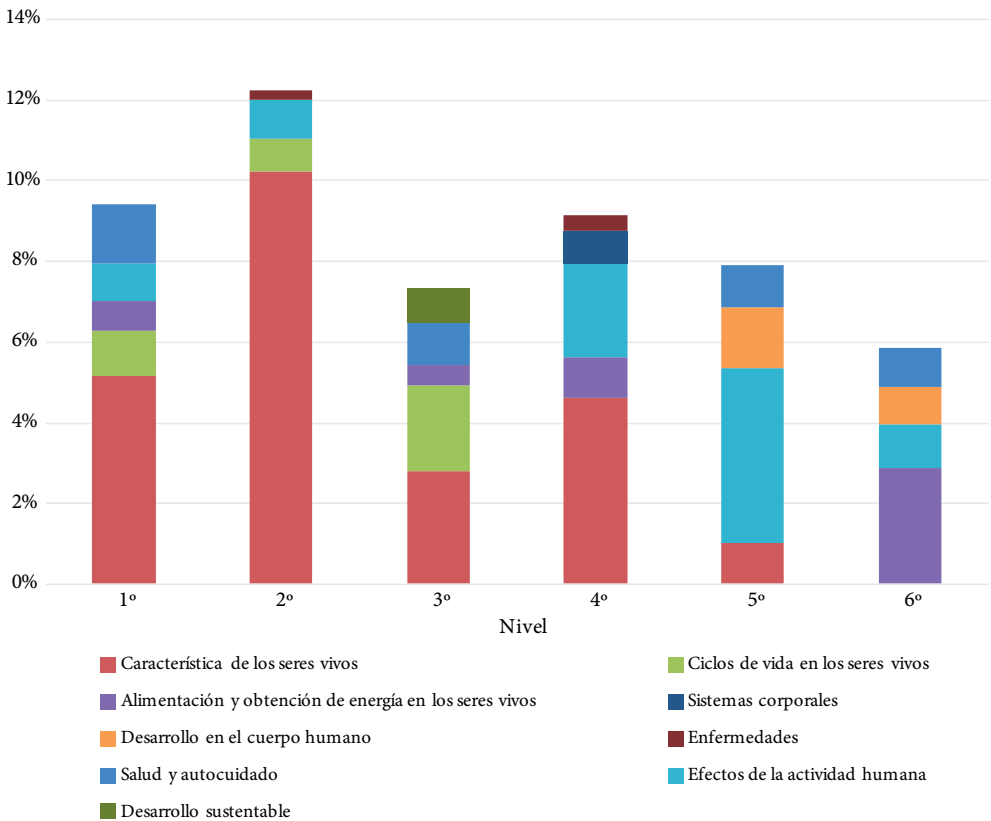
Contenido científico específico

El eje temático Ciencias de la Vida concentra 51.5 por ciento del total de contenidos específicos presentes en las Bases Curriculares 2012. En el Gráfico 2 se aprecia la distribución y

frecuencia de sus contenidos específicos en relación con sus respectivos temas. Allí predomina el contenido *características de los seres vivos* en 1° (5.6 por ciento) y 2° grado (10.2 por ciento), luego su presencia decrece en 4° (4.6 por ciento), 3° (2.7 por ciento) y 5° grado (4.6 por ciento) para, finalmente, estar ausente en 6° grado. Por su parte, *ciclos de vida en los seres vivos* se localiza entre 1° (1.14 por ciento)

y 3° grado (2.1 por ciento), y posteriormente está ausente entre 4° y 6° grado. Por último, *alimentación y obtención de energía en los seres vivos* tiene presencia intermitente, pues se sitúa en 1°, 3°, 4° y 6° grado, mientras que desaparece en 2° y 5°. De esta manera, en el tema *seres vivos* no se manifiesta de manera suficientemente clara la relación y progresión en sus contenidos específicos asociados.

Gráfico 2. Contenidos específicos en el eje temático Ciencias de la Vida



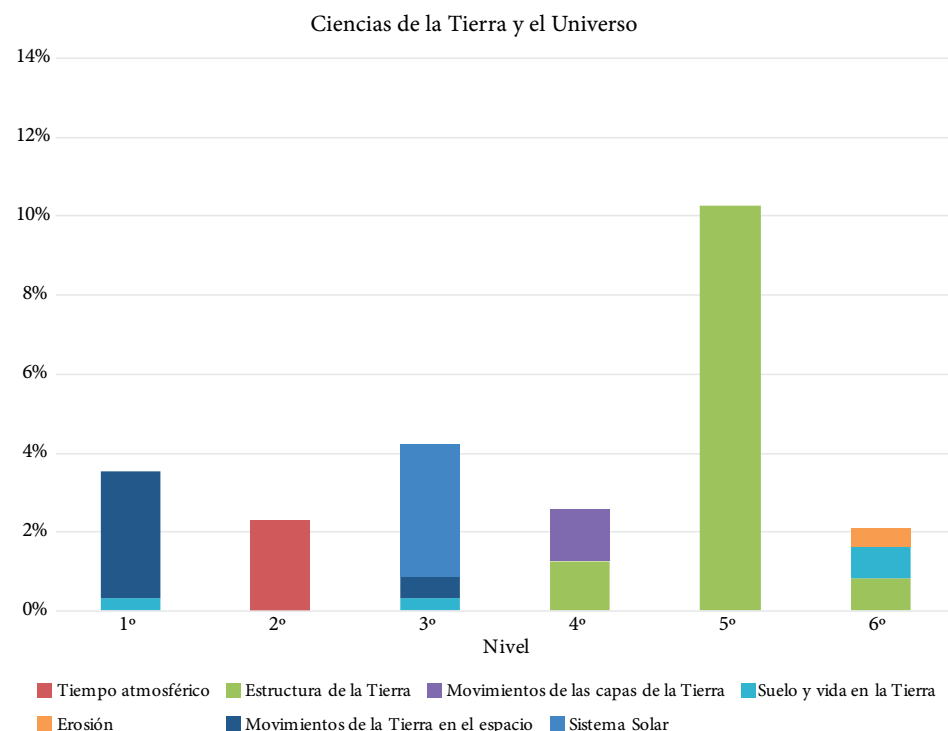
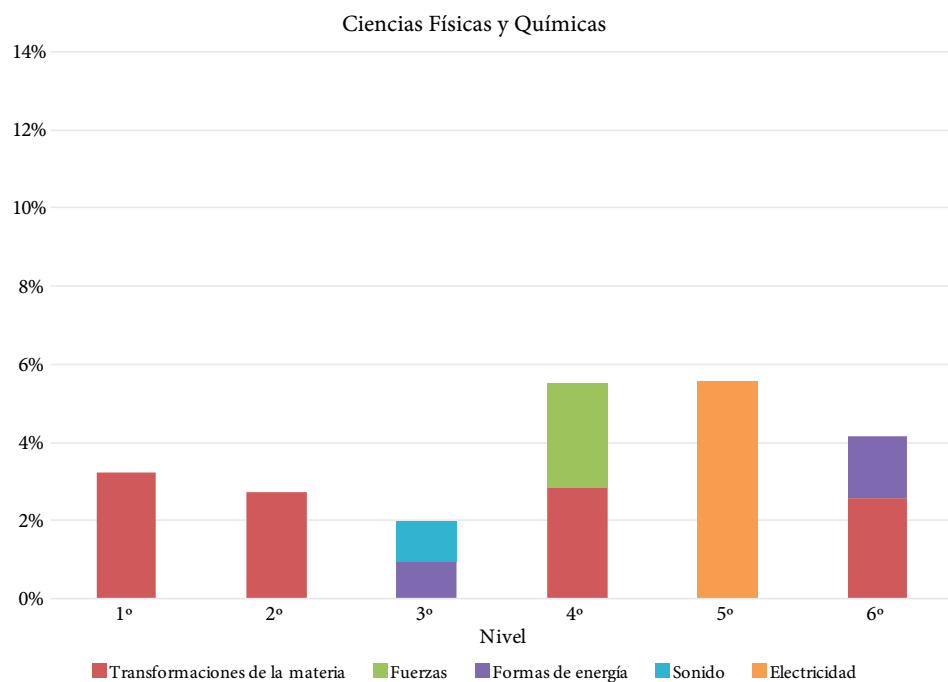
Fuente: elaboración propia.

Con respecto al tema *cuerpo humano y salud*, el contenido *sistemas corporales* sólo está ausente en 3° grado, y coincide con el contenido *desarrollo en el cuerpo humano* en 5° y 6° grado. En este caso se puede observar que un criterio de organización se manifiesta en que las características, constitución y funcionamiento del organismo humano anteceden

a su desarrollo. En cambio, en la relación entre *enfermedades* y *autocuidado* no se aprecia ninguna coincidencia entre 1° y 6° grado.

En el Gráfico 3, en el eje Ciencias Físicas y Químicas, en el tema *materia*, el contenido específico *transformaciones de la materia* aparece en 1°, 2°, 4° y 6° grado; mientras que *fuerza* se ubica exclusivamente en 4° grado. Se

Gráfico 3. Contenidos específicos en los ejes temáticos
Ciencias Físicas y Químicas y Ciencias de la Tierra y el Universo



Fuente: elaboración propia.

advierte que no existe un tipo de continuidad o algún criterio de organización que se pueda desprender de la presencia de esos contenidos en esos grados. En cuanto a la relación entre *fuerza* y *energía* se detecta que el primero se ubica en 4° grado y el segundo en 3°. Puesto que *energía* es un concepto de mayor abstracción, es conveniente que esté precedido por *fuerza*, y no a la inversa.

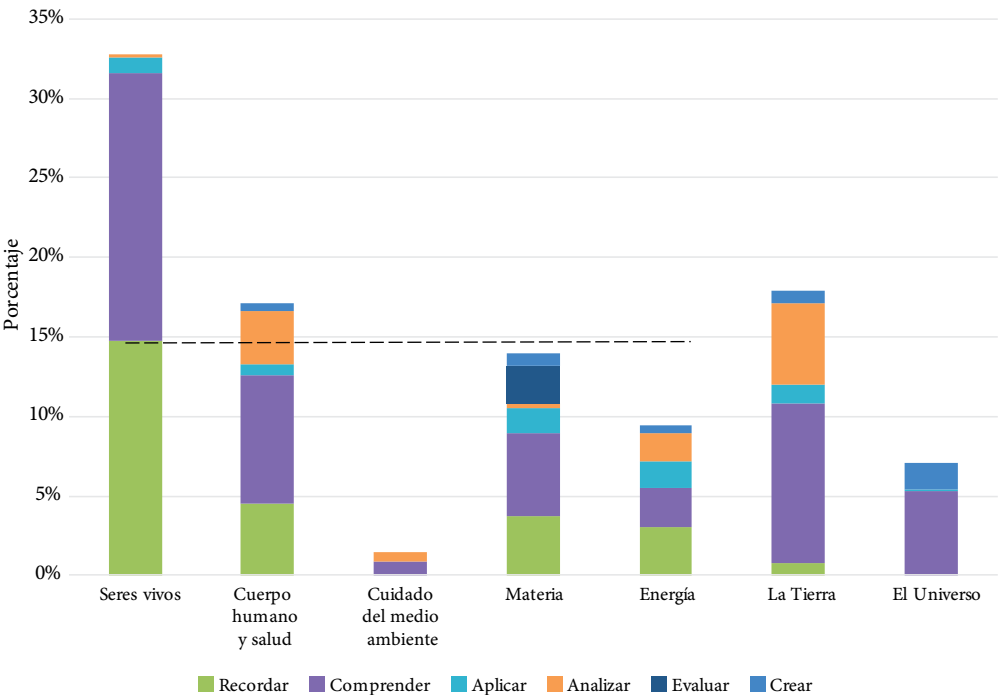
Tal como se aprecia en el Gráfico 3, en el eje Ciencias de la Tierra y el Universo, cada nivel promueve esencialmente un contenido específico diferente con una proporción que varía entre 2 y 4 por ciento, con la sola excepción del contenido *estructura de la Tierra*, que se concentra en 5° grado, con una proporción de 10 por ciento. En 4° grado coinciden *movimientos de las capas de la Tierra* y *estructura de la Tierra*, mientras que en 6° coexisten este último contenido y *suelo y vida en la Tierra*. Aunque es posible observar una organización

que se inicia con las características planetarias y astronómicas de la Tierra, para luego trasladarse hacia una de sus capas y su interacción con los seres vivos, la inclusión del contenido *tiempo atmosférico* en 3° grado rompe esa organización.

Procesos cognitivos

Con respecto a los procesos cognitivos presentes en los objetivos de aprendizaje y asociados a un tema científico en las Bases Curriculares 2012, en el Gráfico 4 se presenta el porcentaje relativo de cada tema científico en los seis años de escolaridad y la proporción en cada tema dedicada a desarrollar cada uno de los procesos cognitivos establecidos en Anderson y Krathwohl (2001). El tema con mayor porcentaje relativo es *seres vivos*, que corresponde a 32.7 por ciento del total de los contenidos, de los que casi la mitad está dedicado a desarrollar el proceso cognitivo *recordar* (14.3 por ciento).

Gráfico 4. Distribución de los procesos cognitivos según Anderson *et al.* (2001) en temas por grado educativo en las Bases Curriculares 2012



Fuente: elaboración propia.

En la mitad restante de los temas científicos se desarrolla el proceso cognitivo *comprender* (16.8 por ciento). Los siguientes dos temas con mayor presencia son *la Tierra y cuerpo humano y salud* con un 17.9 y 17.3 por ciento respectivamente. En ambos domina el proceso *comprender*, que representa casi 50 por ciento de las habilidades desarrolladas (10.1 y 8.1 por ciento respectivamente); en tanto, *recordar* aparece como la segunda habilidad más desarrollada, vinculada a *cuerpo humano y salud*. El tema *la Tierra* se distingue por la habilidad superior *crear*, con un 8.1 por ciento, que representa el segundo proceso más desarrollado.

Por otro lado, en el Gráfico 4 se indica la distribución a lo largo de los grados educativos de los procesos cognitivos. Así, *recordar* equivale a un 26.7 por ciento, mientras que *comprender* representa el 49 por ciento de los procesos cognitivos desarrollados de 1° a 6° grado. De esta manera, se observa que casi 75 por ciento del currículo de ciencias naturales

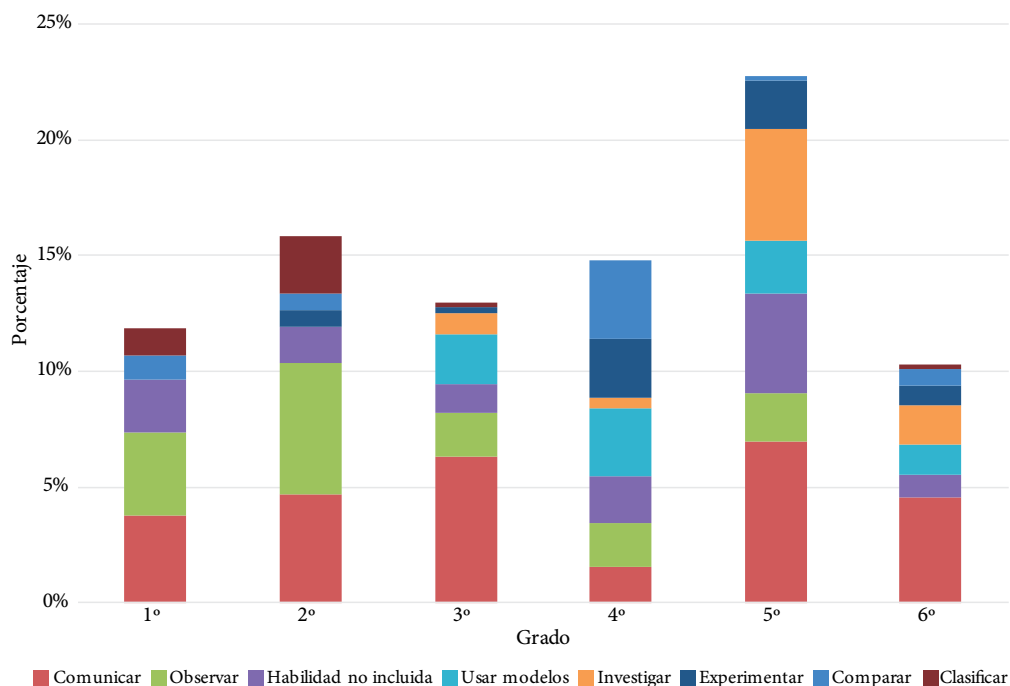
está orientado a desarrollar dos niveles de baja complejidad cognitiva. El siguiente proceso que prevalece es *analizar*, con 11.2 por ciento.

En síntesis, *recordar* tiene una presencia mayor en los grados inferiores y va disminuyendo en la medida que aumenta el grado. En los cursos superior *recordar* es reemplazado por procesos superiores como *analizar* (11.2 por ciento), *aplicar* (6.3 por ciento) y *crear* (4.3 por ciento); sin embargo, se detecta una presencia constante del proceso cognitivo *comprender* a lo largo de todos los grados educativos, con alrededor de 8 por ciento.

Habilidades científicas y etapas de investigación científica

En las Bases Curriculares 2012 se observa que las *habilidades científicas y etapas de investigación* asociadas a los objetivos de aprendizaje no son desarrolladas en todos los grados escolares, aun cuando es declarado su carácter transversal. De las habilidades

Gráfico 5. Distribución de las habilidades y etapas de la investigación a lo largo de los grados



Fuente: elaboración propia.

identificadas en los objetivos de aprendizaje de 1°, 2°, 3° y 5° grado prevalecen sólo ocho habilidades científicas, en 4° grado se desarrollan 11, y en 6° grado aumentan a 12. Al respecto, el Gráfico 5 muestra la distribución de las habilidades científicas definidas por el currículo nacional.

Por simplicidad fueron representadas las ocho habilidades con mayor presencia en los grados educativos estudiados, que representan 88 por ciento del total de las habilidades científicas presentes en los ejes temáticos. Es posible notar, en ese mismo gráfico, la ausencia de una progresión de las habilidades, puesto que *comunicar*, que tiene en general una alta presencia en varios cursos, se reduce

notoriamente en 4° grado. La siguiente habilidad científica con mayor presencia, *observar*, se concentra en los primeros grados escolares.

En la Tabla 1 se presenta la distribución de las habilidades científicas asociadas a los temas científicos en las Bases Curriculares 2012. La habilidad científica con mayor presencia es *comunicar*, con un 27.8 por ciento, que está asociada principalmente a Ciencias de la Vida (13.2 por ciento) y Ciencias de la Tierra (11.7 por ciento). La siguiente habilidad es *observar*, con un 15.2 por ciento, que está localizado mayoritariamente en el eje Ciencias de la Vida (11.3 por ciento); de igual modo, la mitad de porcentaje total de *comunicar* está concentrado en Ciencias de la Vida (13.2 por ciento).

Tabla 1. Distribución de las habilidades y etapas de la investigación científica en ejes temáticos

	Eje temático (%)			Total
	Ciencias de la vida	Ciencias físicas y químicas	Ciencias de la Tierra y el Universo	
Habilidad no incluida	9.2	0.8	2.4	12.4
Analizar	0.9	0.2		1.2
Clasificar	3.6	0.5		4.1
Comparar	3.4	2.1	0.5	6
Comunicar	13.2	2.9	11.7	27.8
Evaluar		0.6		0.6
Experimentar	0.3	6.2		6.5
Explorar	2.4	1.2		3.6
Investigar	1.8	1.7	4.3	7.8
Medir		1.6	0.9	2.4
Observar	11.3	3.6	0.3	15.2
Planificar		0.7	0.1	0.8
Predecir	0.6			0.6
Registrar	0.6	0.4	1.3	2.3
Usar modelos	4.4	0.9	3.5	8.8
Total	51.5	23.4	25	

Fuente: elaboración propia.

En tanto las habilidades científicas con menor presencia son *predecir* y *evaluar*, con un 0.6 por ciento respectivamente, es relevante

notar que estas habilidades implican demandas cognitivas de nivel superior, pero representan un porcentaje marginal.

De igual modo, existen habilidades que están presentes en un solo eje; es el caso de *evaluar*, relacionado con Ciencias Físicas y Químicas, o *predecir*, que se desarrolla sólo dentro de Ciencias de la Vida. Por último, se aprecia que varias habilidades científicas están ausentes (*analizar, clasificar, evaluar, experimentar, explorar, predecir*) en el eje Ciencias de la Tierra y el Universo, mientras que en el eje Ciencias Físicas y Químicas sólo *predecir* está ausente.

CONCLUSIÓN

Las Bases Curriculares 2012 vigentes para ciencias entre 1° y 6° grado del nivel primario presentan una organización de los contenidos en función de criterios disciplinarios, más que de acuerdo a las grandes ideas de la ciencia, es decir, se ubican en torno a la descripción de fenómenos y proceso naturales en los que pueden converger las disciplinas, más que en teorías científicas o procesos científicos. En relación con la distribución de los contenidos científicos se constata la prevalencia del eje temático Ciencias de la Vida, que corresponde a la mitad de la cobertura curricular, y cuya distribución y progresión en los cursos no presenta un orden identificable. De igual modo, los contenidos específicos que integran los tres ejes temáticos se distinguen por su heterogeneidad en la distribución y progresión en el nivel primario. De esta manera, la organización de las Bases Curriculares 2012 se aleja tanto de las metáforas propuestas por Harlen *et al.* (2012) para la progresión curricular, como de las características curriculares de los países con buenos resultados en TIMSS, tales como la interdisciplinariedad y el aumento progresivo de la

cantidad y complejidad de los temas científicos (Schmidt *et al.*, 2005).

Con respecto a las habilidades científicas promovidas en las Bases Curriculares 2012, *comunicar* está distribuido en los seis cursos, seguida de *observar*, que está presente en cinco cursos. Las restantes habilidades científicas tienen una representación residual. Por último, los procesos cognitivos que son favorecidos mayoritariamente corresponden a *comprender* y *recordar*. En efecto, los desempeños esperados para las habilidades científicas y cognitivas vinculadas a los contenidos científicos no presentan un patrón de distribución identificable que contenga una jerarquización de estas habilidades, lo que posibilitaría distinguir con claridad grados de complejidad y modo de progresión.

En definitiva, las Bases Curriculares 2012 promueven una concepción de la ciencia orientada hacia la comprensión de los fenómenos naturales desde la perspectiva de las disciplinas, con énfasis en el tema *seres vivos*. La ciencia, más que estar asociada a procesos de indagación, está centrada en conocer y comunicar hechos científicos a través de tareas vinculadas a habilidades cognitivas de baja complejidad.

En el contexto de reforma curricular del país, es importante que los documentos curriculares sean consistentes con las metas declaradas sobre la alfabetización científica, con el fin de que el currículo presente una organización y progresión de contenidos y habilidades coherente. Por ello, es relevante proporcionar evidencias que permitan informar a las políticas públicas, y apoyar una mejor toma de decisiones en relación a los ajustes y mejoras necesarios para lograr mayores niveles de coherencia en los documentos curriculares.

REFERENCIAS

- ANDERSON, Lorin y David Krathwohl (2001), *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*, Nueva York, Longman.
- BHATIA, Vijay (2004), *Worlds of Written Discourse: A genre-based view*, Londres/Nueva York, Continuum.
- BYBEE, Rodger (2002), *Learning Science and the Science of Learning: Science educators' essay collection*, Arlington, NSTA Press.
- CAI, Jinfa y Michelle Cirillo (2014), "What do we Know about Reasoning and Proving? Opportunities and missing opportunities from curriculum analyses", *International Journal of Educational Research*, vol. 64, pp. 132-140.
- CALADO, Silvia, Isabel Neves y Ana Morais (2013), "Conceptual Demand of Science Curricula: A study at the middle school level", *Pedagogies: An International Journal*, vol. 8, núm. 3, pp. 255-277.
- COLL, Richard y Neil Taylor (2012), "An International Perspective on Science Curriculum Development and Implementation", en Barry Fraser, Kenneth Tobin y C. Campbell McRobbie (eds.), *Second International Handbook of Science Education*, Dordrecht, Springer, vol. 2, pp. 771-782.
- CORCORAN, Tom, Frederic Mosher y Aaron Rogat (2009), *Learning Progressions in Science: An evidence-based approach to reform*, Philadelphia, Consortium for Policy Research in Education.
- CRESWELL, John (2009), *Research Design: Qualitative, quantitative, and mixed method approaches*, Thousand Oaks, Sage Publications.
- DILLON, Justin (2009), "On Scientific Literacy and Curriculum Reform", *International Journal of Environmental and Science Education*, vol. 4, núm. 3, pp. 201-213.
- DUSCHL, Richard (2008), "Science Education in Three-Part Harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals", *Review of Research in Education*, vol. 32, núm. 1, pp. 268-291.
- FLEISS, Joseph (1981), *Statistical Methods for Rates and Proportions*, Nueva York, Wiley.
- FORTUS, David y Joseph Krajcik (2012), "Curriculum Coherence and Learning Progressions", en Barry Fraser, Kenneth Tobin y C. Campbell McRobbie (eds.), *Second International Handbook of Science Education*, Dordrecht, Springer, vol. 2, pp. 783-798.
- GIMENO, José (2002), *El currículum: una reflexión sobre la práctica*, Madrid, Morata.
- Gobierno de Chile-Ministerio de Educación (1996), *Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la enseñanza básica*, Decreto 40/1996, Santiago de Chile, Ministerio de Educación.
- Gobierno de Chile-Ministerio de Educación (2009), "Marco curricular de la educación básica. Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la educación básica. Actualización 2009. Decreto 256/2009", Santiago de Chile, Ministerio de Educación, en: http://www.mineduc.cl/index5_int.php?id_portal=47&id_contenido=17116&id_seccion=3264&c=1 (consulta: 10 de junio de 2014).
- Gobierno de Chile-Ministerio de Educación (2012), *Bases curriculares 2012*, Decreto 429/2012, Santiago de Chile, Gobierno de Chile, en: http://www.mineduc.cl/index5_int.php?id_portal=47&id_contenido=17116&id_seccion=3264&c=1 (consulta: 9 de agosto de 2014).
- GYSLING, Jacqueline (2003), "Reforma curricular: itinerario de una transformación cultural", en Cristián Cox (ed.), *Políticas educacionales en el cambio de siglo: la reforma del sistema escolar de Chile*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, pp. 213-252.
- HARLEN, Waden, Derek Bell, Rosa Devés, Hubert Dyasy, Guillermo Fernández de la Garza, Pierre Léna, Robin Millar, Michael Reiss, Patricia Rowell y Wei Yu (2012), *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*, Santiago de Chile, Academia Chilena de Ciencias.
- JENKINS, Edgar (2009), "Reforming School Science Education: A commentary on selected reports and policy documents", *Studies in Science Education*, vol. 45, núm.1, pp. 65-92.
- KIM, Mijung, Aik Ling Tan, Frederick Talaue (2013), "New Vision and Challenges in Inquiry-Based Curriculum Change in Singapore", *International Journal of Science Education*, vol. 35, núm. 2, pp. 289-311.
- KRIDEL, Craig (ed.). (2010), *Encyclopedia of Curriculum Studies*, Thousand Oaks/Londres/New Delhi/Singapore, Sage Publications.
- LANDIS, Richard y Gary Koch (1977), "The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data", *Biometrics*, vol. 33, núm.1, pp. 159-174.
- LAVONEN, Jari y Seppo Laaksonen (2009), "Context of Teaching and Learning School Science in Finland: Reflections on PISA 2006 results", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 46, núm. 8, pp. 922-944.
- MCDONNELL, Lorraine (1995), "Opportunity to Learn as a Research Concept and a Policy Instrument", *Educational Evaluation and Policy Analysis*, vol. 17, núm. 3, pp. 305-322.

- MENESES, Alejandra, Maximiliano Montenegro y Marcela Ruiz (2014), "Textos escolares para aprender ciencias: habilidades, contenidos y lenguaje académico", en Macarena de la Cerda (ed.), *Evidencias para políticas públicas en educación: selección de investigaciones, Sexto Concurso FONIDE*, Santiago de Chile, Ministerio de Educación de Chile-División de Planificación y Presupuesto-Centro de Estudios MINEDUC, pp. 233-277.
- MILLAR, Robin (2011), "Reviewing the National Curriculum for Science: Opportunities and challenges", *Curriculum Journal*, vol. 22, núm. 2, pp. 167-185.
- MILLAR, Robin, John Leach, Jonathan Osborne y Mary Ratcliffe (2006), *Improving Subject Teaching: Lessons from research in science education*, Nueva York, Routledge.
- MUELLER, Michael y Deborah Tippins (2012), "Citizen Science, Ecojustice, and Science Education: Rethinking an education from nowhere", en Barry Fraser, Kenneth Tobin y C. Campbell McRobbie (eds.), *Second International Handbook of Science Education*, Dordrecht, Springer, vol. 1, pp. 865-882.
- NASTROM, Gunila y Widar Henriksson (2008), "Alignment of Standards and Assessment: A theoretical and empirical study of methods for alignment", *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, vol. 6, núm. 3, pp. 667-690.
- NEWMANN, Fred, Bets Smith, Elaine Allensworth y Anthony Bryk (2001), "Instructional Program Coherence: What it is and why it should guide school improvement policy", *Educational Evaluation and Policy Analysis*, vol. 23, núm. 4, pp. 297-321.
- PARODI, Giovanni (2010), "The Rhetorical Organization of the Textbook Genre across Disciplines: A 'colony-in-loops'?", *Discourse Studies*, vol. 12, núm. 2, pp. 195-222.
- SADLER, Troy y Vaille Dawson (2012), "Socio-scientific Issues in Science Education: Contexts for the promotion of key learning outcomes", en Barry Fraser, Kenneth Tobin y C. Campbell McRobbie (eds.), *Second International Handbook of Science Education*, Dordrecht, Springer, vol. 1, pp. 799-809.
- SALINAS, Iván (2009), "Learning Progressions in Science Education: Two approaches for development", Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference, Iowa City, 24-26 de junio de 2009, en: <http://www.education.msu.edu/projects/leaps/proceedings/Default.html> (consulta: 20 de abril de 2014).
- SCHMIDT, William y Richard Prawat (2006), "Curriculum Coherence and National Control of Education: Issue or non-issue?", *Journal of Curriculum Studies*, vol. 38, núm. 6, pp. 641-658.
- SCHMIDT, William, Hsing Wang y Curtis McKnight (2005), "Curriculum Coherence: An examination of US mathematics and science content standards from an international perspective", *Journal of Curriculum Studies*, vol. 37, núm. 5, pp. 525-559.
- SHULMAN, Lee (2005), "Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma", *Revista de Currículo y Formación de Profesorado*, vol. 9, núm. 2, en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56790202> (consulta: 15 de agosto de 2014).
- SWALES, John (1995), "The Role of the Textbook in EAP Writing Research", *English for Specific Purposes*, vol. 14, núm. 1, pp. 3-18.
- THOROLFSSON, Meyvant, Gunna Finnbogason y Allyson Macdonald (2012), "A Perspective on the Intended Science Curriculum in Iceland and its 'Transformation' over a Period of 50 Years", *International Journal of Science Education*, vol. 34, núm.17, pp. 2641-2665.
- VALVERDE, Gilbert (2004), "Curriculum Convergence in Chile: The global and local context of reforms in curriculum policy", *Comparative Education Review*, vol. 48, núm. 2, pp. 174-201.
- VALVERDE, Gilbert y Emma Näslund-Hadley (2011), *La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe*, Banco Interamericano de Desarrollo, Notas Técnicas, en: <http://www.iadb.org/en/publications/publication-detail,7101.html?id=8485> (consulta: 17 de junio de 2014).