



*Fondo de Investigación y Desarrollo En Educación - FONIDE  
Departamento de Estudios y Desarrollo.  
División de Planificación y Presupuesto.  
Ministerio de Educación.*

---

## Calidad de textos escolares para aprender ciencias: habilidades, contenidos y lenguaje académico

**Investigador Principal:**  
Alejandra Meneses A.

**Equipo de Investigación:**  
Maximiliano Montenegro  
Marcela Ruiz

**Institución Adjudicataria:**  
Pontificia Universidad Católica de Chile

Proyecto FONIDE N°: F6111111

---

**Enero 2013**

Información: Secretaría Técnica FONIDE. Departamento de Estudios y Desarrollo – DIPLAP. Alameda 1371, Piso 8, MINEDUC.  
Fono: 406 6073 E-mail: [fonide@mineduc.cl](mailto:fonide@mineduc.cl)

**INFORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN:**

**Inicio del Proyecto:** marzo 2012

**Término del Proyecto:** enero 2013

**Equipo Investigación:** Alejandra Meneses (Facultad Educación, PUC), Maximiliano Montenegro (Facultad Educación, PUC), Marcela Ruiz (Facultad Filosofía y Humanidades, UAH), Mauricio Gutiérrez (ayudante de investigación), María Ignacia Jorquera (ayudante de investigación)

**Monto adjudicado por FONIDE: \$20.879.000**

**Presupuesto total del proyecto: \$20.879.000**

**Incorporación o no de enfoque de género: No**

**Comentaristas del proyecto:** Patricia Imbarack, Teresa Oteíza, Ana María Oyaneder, Marcela Latorre

Agradecemos a Anita Sanyal, Patricia Rojas y Macarena Yancovic por su aporte en la revisión de categorías para el análisis así como a todos los codificadores que participaron en este proyecto.

*“Las opiniones que se presentan en esta publicación, así como los análisis e interpretaciones, son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del MINEDUC”.*

**Las informaciones contenidas en el presente documento pueden ser utilizadas total o parcialmente mientras se cite la fuente.**

Esta publicación está disponible en [www.fonide.cl](http://www.fonide.cl)

## ABSTRACT

Este estudio busca determinar las oportunidades de aprendizaje de contenidos y habilidades científicas ofrecidas por los textos escolares 2012 licitados por el MINEDUC (1° a 3°) para Ciencias y contrastarlas con los textos de Singapur y Canadá, países con desempeños TIMSS altos. La muestra está conformada por marcos curriculares y textos escolares (35). El primer análisis (*marcos curriculares*) mostró que aunque existe similitud en los contenidos, con predominancia de *Ciencias de la vida*, *Física* y *Ciencias de la Tierra*, difiere como estos son promovidos. La coincidencia se midió utilizando un índice (IC) cuya variación es de 0 (nula) a 1 (máxima). Los elementos se categorizaron según contenidos TIMSS y procesos cognitivos (Anderson et al. 2001). Al considerar procesos cognitivos y contenidos, Chile-Singapur poseen una coincidencia mayor (0.56) que la de Singapur-Canadá (0.47); esta aumenta al considerar solo contenidos (Chile-Singapur 0.71, Singapur-Canadá 0.58) y se equipara al considerar solo procesos cognitivos (Chile-Singapur 0.72, Singapur-Canadá 0.74). Se infiere que en estos países los logros en TIMSS se deberían más bien a la promoción de procesos cognitivos. El segundo análisis mostró que no hay una correspondencia perfecta entre lo que promueven los textos y lo que declaran los marcos. Los textos de Chile y Singapur explican conceptos y no desarrollan tanto habilidades científicas. 74% de los elementos en los textos chilenos está asociado a habilidades cognitivas generales no declaradas por el marco, mientras que en Singapur 69%. Las funciones didácticas más presentes en Chile son *exponer conceptos* (33%), *evaluar lo comprendido* (25%) y *activar conocimientos previos* (17%), mientras que en Singapur y Canadá predominan *exponer conceptos* (25%), *dar instrucciones* (18%) y *registrar* (12%). Para medir el grado de coherencia entre marco-texto, se utilizó IC utilizando las categorías contenidos y habilidades científicas declaradas por cada país en sus marcos. El IC entre marco-texto fue mayor para Canadá (0.509), seguido por Chile (0.249) y Singapur (0.106); el índice aumenta al considerar solo habilidades (Canadá 0.535, Chile 0.239 y Singapur 0.150) y solo contenidos (Canadá 0.925, Singapur 0.848 y Chile 0.726). El alto IC muestra que los países con altos desempeños poseen una cobertura curricular en sus textos mayor que Chile, mientras que el bajo IC revela que en los textos predomina la transferencia de contenidos sobre el desarrollo de habilidades científicas. El análisis del lenguaje académico de la exposición de conceptos muestra que los textos chilenos presentan una demanda de lectura más allá de lo esperable para el nivel, desafío que aumenta por la extensión de los textos (Chile 144 palabras, Singapur 29 y Canadá 19). Además, se introduce un gran número de conceptos en los segmentos de los textos chilenos sin ser desarrollados a lo largo de este, así la construcción discursiva de los conceptos representaría ante todo un obstáculo para el aprendizaje de las Ciencias. Recomendaciones específicas se formulan para las políticas públicas relacionadas tanto con el diseño e implementación del marco curricular como con los procesos de producción, licitación y selección de textos escolares de Ciencias.

**Palabras clave:** textos escolares – oportunidades de aprendizaje – contenidos – habilidades – lenguaje académico

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 Textos escolares y políticas públicas

El Estado de Chile ha diseñado e implementado una política de Textos Escolares con el fin de ofrecer mayores oportunidades de aprendizajes a los estudiantes, así como proporcionar una herramienta didáctica actualizada para los docentes. Así, desde 1990 es permanente la entrega gratuita y universal de textos escolares de las áreas prioritarias del currículo a estudiantes de establecimientos particulares subvencionados y municipales. En el período 2004-2011, ha aumentado en un 155% el presupuesto para los textos escolares, alcanzando un total de MM\$22.000. El 92% de dichos recursos están destinados a la adquisición de los textos escolares; por lo que se hace necesario levantar evidencias que permitan avanzar más aún en el mejoramiento de las oportunidades de aprendizaje promovidas como en la elaboración de criterios de selección de los textos ofertados para la licitación (MINEDUC, 2011).

Entre 2003 y 2010, los estudios encargados por el MINEDUC para evaluar la política de textos se han focalizado en el uso y valoración de los libros escolares como de los nuevos recursos multimediales por parte de los estudiantes y docentes en diferentes áreas curriculares y en diferentes niveles del sistema educativo (UCE, 2004a; 2008; MINEDUC, 2010). Se ha optado por estudios que utilizan la encuesta como principal estrategia de recolección de la información (UCE, 2004b; 2008) o bien el uso del grupo focal para profundizar en la comprensión de las prácticas de enseñanza con recursos multimediales (MINEDUC, 2010). Los resultados muestran, específicamente, para el área de Ciencias que los profesores utilizan preferentemente los textos escolares para la preparación de ejercicios (81%), tareas escolares (70.7%) y la preparación de clases (67.4%). Asimismo, señalan que las secciones más útiles para los profesores son la exposición de contenidos (49.9%) y las actividades (37.3%) (UCE, 2008).

En síntesis, estos estudios muestran que en materia de textos escolares, tanto el acceso como la distribución de los libros escolares son procesos altamente logrados. Asimismo, tanto estudiantes como docentes utilizan el libro de texto como herramientas para el aprendizaje y la enseñanza. Los docentes, a su vez, utilizan los textos para actualización y estudio de los contenidos curriculares. Tanto docentes como estudiantes expresan una valoración alta sobre los textos escolares licitados por el MINEDUC. Por lo tanto, el texto escolar sigue siendo en la actualidad uno de los recursos más utilizados para el aseguramiento de la calidad de la enseñanza y el aumento de las oportunidades de aprendizaje, cuyas ventajas comparativas dicen relación con el costo-beneficio del recurso educativo.

La educación es un derecho que debe ser garantizado a través del acceso equitativo de todos los ciudadanos a los bienes culturales. El diseño de políticas públicas y la asignación de recursos requiere información sobre qué se enseña en la escuela, de qué manera se hace y con qué recursos, con el fin de determinar su impacto en el aprendizaje y su relación el currículum prescrito. En estos planteamientos se basa la relevancia de indagar sobre las oportunidades de aprendizaje en el contexto escolar (Mehan, 2008; Pullin & Haertel, 2008) y, más específicamente, en los textos escolares.

El concepto *oportunidad de aprendizaje* (OA) se origina en el marco de evaluaciones estandarizadas que pretenden determinar el nivel de logro de los aprendizajes de los estudiantes. A través de test y cuestionarios se busca establecer correlaciones entre los resultados obtenidos y las variables de enseñanza, como los contenidos curriculares, la calidad de prácticas instruccionales y los recursos de la escuela. En particular, en Ciencias las variables medidas corresponden a contenidos y habilidades científicas, frecuencia de actividades y tiempo dedicado a actividades científicas en las prácticas instruccionales, cantidad de cursos ciencias, entre otros (Liu, 2009, Pullin & Haertel, 2008).

Sin embargo, la medición psicométrica de la OA ha sido objeto de críticas puesto que no considera el entorno sociocultural de la escuela, aspectos vinculados acceso del conocimiento escolar. El aprendizaje escolar no solo tiene dimensiones cognitivas individuales, sino también dimensiones sociales y lingüísticas. En tal sentido, el lenguaje tiene un papel relevante en el aprendizaje de las disciplinas escolares, puesto que representa el saber y a la vez lo media. Así la lectura no es solo la decodificación, ni la comprensión de los significados en general, sino que está asociada a la comprensión de contenidos propios de las disciplinas y al registro académico distintivo (Gee, 2003, 2008).

Los textos escolares deberían proporcionar oportunidades para construir el conocimiento distintivo de las Ciencias y el desarrollo de habilidades de indagación en los estudiantes que los usan. De modo que su lectura no solo consiste en la comprensión de significados, sino también en permitir el acceso a las formas en que las Ciencias se aproxima a los fenómenos naturales mediante modos de hacer y de pensar, tales como la observación, formulación de preguntas, experimentación, construcción de modelos, uso de evidencia contradictoria entre otros (Gee, 2003, Langer, 2011).

## 1.2 Coherencia curricular y textos escolares

Al analizar cómo Finlandia logró los resultados en PISA 2006 en Ciencias, dos son los factores clave. Por un parte, el énfasis en el desarrollo de las competencias científicas alineadas con aquellas medidas por la OCDE y, por otra, un trabajo sistemático para lograr en el sistema educativo una visión comprensiva y consistente de la enseñanza de las Ciencias (Hautamäki et al, 2008; Lavonen & Laaksonen, 2009). Esto se relaciona con el estudio realizado por Schmidt y Valverde (1998) sobre los resultados obtenidos por los estudiantes estadounidenses en la primera versión de TIMSS. Se concluyó que la reforma educativa había sido un proceso fragmentario y disperso, focalizado, principalmente, en la cobertura curricular por sobre el desarrollo de las habilidades en el área de Ciencias.

Como muestra el estudio de Liu et al (2009), el *alineamiento curricular* es una condición necesaria para lograr una visión integrada de lo que debe ser enseñado y evaluado en el campo de la Ciencias. En este sentido, el *alineamiento curricular* es un principio central en el contexto de una reforma educativa en cualquier campo disciplinar (Bhola, Impara & Buckendahl, 2003; Herman, Webb & Zuniga, 2007; Liu et al., 2009). Se entiende por *alineamiento curricular* la relación existente entre lo declarado en cuanto contenidos y habilidades por alcanzar en el currículo prescrito y lo efectivamente medido por el sistema de evaluación a gran escala desarrollado por un determinado sistema educativo (Webb, 2007).

Es una propiedad que opera a nivel de política educativa y de macrosistema escolar. Tal como plantean Bhola, Impara y Buckendahl (2003) el concepto de *alineamiento* no es nuevo en el campo de las evaluaciones a gran escala; sin embargo, relativamente novedosa es la relación entre estándares de contenido y evaluación de los mismos como medida y palanca de cambio en contextos de reforma curricular. Penuel, Fishman, Gallagher, Korbak y Lopez-Prado (2009) muestran que no solo el *alineamiento* sino también la *implementación curricular* son clave para alcanzar éxito en un proceso de reforma educativa. La *coherencia curricular* –según lo planteado por la National Academy of Sciences de Estados Unidos a través del Committee on Science Education K-12 and the Mathematical Sciences Education Board (1999)– es el grado de coincidencia de contenidos y habilidades a través de la programación y los materiales utilizados a lo largo de la escolaridad. Para establecer la *coherencia curricular* es necesario determinar los contenidos y habilidades que son promovidas por cada nivel de concreción curricular con aquellas declaradas en el currículo prescrito.

Este estudio se focaliza solo en la medición de la *coherencia curricular* entre currículo editado (*libro de texto*) y currículo prescrito (*marco curricular*); sin embargo, podrían asimismo ser medidas en el currículo programado, enseñado y evaluado a nivel de microsistema. El concepto de *oportunidad de aprendizaje* –operacionalizado como la presencia/ no presencia de

una determinada habilidad en relación a un contenido en un determinado nivel de concreción curricular– permite determinar el grado de coherencia entre el currículo prescrito con aquel efectivamente implementado. Si se consideran que dos de las medidas clave para la implementación de un currículo en un área de aprendizaje son los modelos de desarrollo de profesional docente y la elaboración de recursos educativos, de sumo interés resulta medir la coherencia curricular entre los textos escolares distribuidos gratuitamente en el sistema escolar chileno y el marco curricular de Ciencias.

Lo anterior cobra aún más relevancia en el contexto de actualización curricular que está sufriendo nuestro sistema educativo hoy en día. Este año 2012 se promulgaron las nuevas Bases Curriculares de la Educación Básica, las que para el área de Ciencias introducen cambios en la manera de organizar los contenidos científicos y las habilidades: se agrupan en tres ejes temáticos (*Ciencias de la vida, Ciencias Físicas y Químicas y Ciencias de la Tierra y el Universo*) y se especifican nuevas habilidades y procesos de investigación (Bases Curriculares de la Educación Básica. Ciencias Naturales, 2012).

### **1.3 Oportunidades de aprendizaje en textos escolares: contenidos y habilidades para aprender Ciencias**

La investigación sobre los textos escolares es amplia e involucra diversos aspectos que dan cuenta de la complejidad de este objeto. En este convergen ámbitos como la industria editorial, las políticas públicas educativas, las prácticas pedagógicas, entre otras.

Una propuesta para organizar este campo de estudio complejo es la de Weinbrenner (1992) (citado en Lebrun et al., 2002) que distingue tres enfoques. Por un lado, se encuentra el centrado en el proceso de producción (*process-oriented research*), circulación, uso y desuso del texto escolar que comienza en el circuito editorial y culmina en las aulas. Por otro lado, el basado en el *producto* (*product oriented research*) que concibe al texto escolar desde dos ángulos: como parte de un campo ideológico y cultural y como una herramienta pedagógica. Por último, el que enfatiza la *recepción* (*reception-oriented research*) cuyo centro de atención es la forma en que los textos escolares afectan la labor del profesor y de los estudiantes, junto con el impacto que puede generar en distintos grupos sociales.

En particular, esta investigación adscribe al enfoque de **producto**. De esta forma, el texto escolar es entendido como un recurso didáctico que participa en un proceso de enseñanza aprendizaje en el aula y edita el *currículum* que corresponde a una selección y transposición didáctica de contenidos y habilidades propios de una disciplina, que han sido ajustados a los requerimientos de un nivel educativo preescrito por el currículo nacional (Sacristán, 2002; Alzate, Arbeláez, Gómez, Romero, & Gallón, 2005).

Es preciso indicar que bajo el rótulo “texto escolar” es posible incluir guías de estudios, textos del profesor, libros de ejercicios, folletos, libros informativos, manuales técnicos, libro del estudiante entre otros, en virtud de una función compartida en un contexto académico asociado a una disciplina o campo de conocimiento en diversos niveles educativos. Estos géneros comparten el propósito de difundir un conocimiento propio de una disciplina y establecer una relación entre el escritor y el lector, sujetos que poseen un dominio desigual de conocimiento. De esta manera, el autor se transforma en un especialista que se dirige a un lector aprendiz, quien se convierte en destinatario de un nuevo saber y saber hacer propio de una disciplina (Bathia, 2004). De acuerdo a esta finalidad, en esta investigación, se operacionaliza texto escolar como el libro de texto de estudiante de Ciencia de nivel primario, aprobados ministerialmente.

Asimismo, la función didáctica del texto escolar está vinculada con el *currículum preescrito* (Sacristán, 2002), pues representa su concreción a través de la selección de contenidos y habilidades (Alzate, Arbeláez, Gómez, Romero, & Gallón, 2005; Tarr, Chávez, Rey, & Reys, 2006) a las que se pueden enfrentar los estudiantes. Así, los textos escolares pueden incorporar conocimientos científicos en una proporción diferente sobre los seres vivos.

Schussler, Link-Pérez, Weber & Dollo (2010) analizan dos series de textos escolares norteamericanos de primaria de entrega nacional para comparar la cantidad y distribución de los tópicos relacionados con las plantas y los animales en las unidades que abordan la Ciencias de la Vida. Las secciones centradas en estos contenidos, junto a la cantidad de páginas y los ejemplos dados sobre los temas fueron contabilizadas y categorizadas. En ambas series de textos escolares determinan que el contenido sobre animales representa un 58% y en la otra un 54%. Los contenidos están más centrados en las partes y adaptaciones de los seres vivos. En particular, se enfatizan las partes de la plantas por sobre la de los animales, en tanto existe más cobertura de la adaptación de los animales que la de las plantas. Concluyen que la distribución de los contenidos en los libros de primaria podría significar un grado menor de oportunidades para aprender a denominar y categorizar las características de este tipo de seres vivos.

En cuanto a las oportunidades que brindan los textos para desarrollar habilidades científicas, Al-Naqbi (2010) analiza el libro de actividades (n=29) usado en los Emiratos Árabes de 5 y 6 grado de educación primaria. Señalan que los textos escolares de 5 y 6 grado no proporcionan ocasiones para identificar y resolver problemas científicos, pero sí oportunidades para describir y observar fenómenos, así como la obtención y revisión de datos de experimentos simples.

En síntesis, se observa que desde el punto de vista de la construcción discursiva, el producto texto escolar posee recursos lingüísticos que impactan en el acceso al conocimiento científico y en el desarrollo de habilidades implicadas en la alfabetización científica. En efecto, es preciso indagar en estas características para determinar las oportunidades de aprendizaje ofrecidas por los textos escolares y su grado de coherencia con el marco curricular, con el fin de determinar su potencial para el aprendizaje de la Ciencias en primaria

#### **1.4 Oportunidades de aprendizaje y lenguaje académico en textos escolares de Ciencias**

Avanzar hacia la medición de la calidad de los textos escolares de Ciencias resulta prioritario si es que se busca mejorar los resultados de los estudiantes. Al comparar lo que ocurre en los países desarrollados (Inglaterra, Dinamarca, Finlandia, Australia, Canadá, entre otros), se observa un cambio sobre las metas y concepciones de la enseñanza de las ciencias en la escuela, debido al imperativo de competir con una economía globalizada y con un fuerte componente de innovación científico-tecnológica. A esta tendencia mundial, se suman las declaraciones de organismos internacionales (UNESCO, OCDE, Banco Mundial) que reconocen que la incorporación de las habilidades de pensamiento científico y la promoción de la alfabetización científica es una pieza clave para el desarrollo económico (Jenkins, 2009; Millar, 2006; Lavonen y Laaksonen, 2009; Dillon, 2009). Como plantean Halliday y Martin (1993), la importancia de los textos escolares para el aprendizaje de las ciencias radica no solo en la exposición de conocimientos científicos sino también en ser una fuente de modelos de escritura científica con los cuales los estudiantes pueden ir familiarizándose a lo largo de su trayectoria escolar.

La educación en Ciencias actual –como plantea Alberts (2009)– busca desarrollar cuatro dimensiones: conocimiento, uso e interpretación de explicaciones científicas sobre el mundo natural, generación y evaluación de evidencias científicas y explicaciones, comprensión de la naturaleza y desarrollo del conocimiento científico y, finalmente, participación activa en las prácticas y discursos propios de la ciencias. Esta última dimensión –desarrollo de un lenguaje académico y científico– ha sido escasamente abordada en los estudios sobre textos escolares. Sin embargo, para aprender ciencias, es necesario utilizar el texto escolar como herramienta de aprendizaje. Para eso el estudiante debe ser capaz no solo decodificar la información sino ser también capaz de comprender textos que se caracterizan por ser más abstractos, densos,

formales y estructurados que el lenguaje con el que los estudiantes conviven a diario (Fang, Schleppegrell, & Lukin, 2008; Schleppegrell, 2004; Snow, 2010; Snow & Uccelli, 2009).

El aprendizaje de las Ciencias implica la conceptualización de fenómenos y procesos naturales, que no coinciden y están distantes de la experiencia cotidiana de los estudiantes. Por tanto al carecer de conocimiento previo relevante sobre nociones científicas abstractas (Evagorou & Osborne, 2010), los estudiantes se apoyan en las claves de interpretación proporcionadas por el libro de texto para comprender los conceptos. De esta forma “the challenge for the student is to construct new meanings from such a language” (Evagorou & Osborne, 2010: 136). Sin embargo, el uso de lenguaje en los textos escolares de Ciencias implica un desafío para el lector dado que se distingue por el uso de vocabulario técnico, nombres y grupos nominales abstractos, oraciones complejas e interconectadas (Fang, 2006, Fang, Schleppegrell, & Lukin, 2008). De esta manera, el lector para comprender un texto no solo recurre a su memoria operativa, a la activación o búsqueda de conocimiento previo relevante, a la metacognición y a procesos inferenciales, sino también debe ir operando e interactuando con las claves textuales para construir la coherencia. En particular, debe establecer la correferencia, es decir, determinar cuál es el referente de una proposición del texto con el fin de identificar si corresponde a la misma entidad presente en la información previa y en la nueva (McNamara, Ozuru, & Floyd, 2011; Sánchez, Gonzalez, & García Pérez, 2002; Tapiero, 2007; Zwaan & Singer, 2003). El establecimiento de relaciones entre los segmentos textuales está basada en la capacidad del lector de operar con los recursos léxico gramaticales que permiten cohesionar el texto. Esta capacidad es denominada por Sánchez, Gonzalez, & García Pérez (2002) como *competencia retórica*.

Entre los recursos léxicos que permiten mantener la co referencia en el texto se encuentran la repetición y al colocación. Por un lado, la repetición puede ser compleja o simple, en el nivel más básico se encuentra la reiteración de la unidad léxica, luego el uso sustitución mediante proformas o términos equivalentes (*sinonimia*), relación de generalización (*hiperonimia*), de especificación (*hiponimia* y *meronimia*). Por otro lado, las colocaciones que corresponden a co-ocurrencias léxicas pueden estar asociadas a series de objetos ('días', 'semanas', 'colores', etc.), a marcos de actividades ('alimento'-'comida'; 'conducir'-'el mismo auto') y a marcos conceptuales de un tema ('Árabes', 'petróleo', 'conflicto') (Tanskanen, 2006).

Por lo tanto, leer para aprender ciencias implica que los estudiantes no solo necesitan oportunidades para desarrollar los contenidos y habilidades del área de Ciencias sino que también los textos deben promover oportunidades de desarrollo el lenguaje académico propio de la escuela apropiadas al conocimiento que poseen los estudiantes y adecuadas a los niveles lectores de los estudiantes.

#### **1.4.1 Construcción discursiva de los textos escolares**

La función didáctica del texto escolar se traduce en rasgos discursivos, de modo que la información verbal de nivel textual y retórico (Bathia, 2004; Kearsley & Turner, 1999; Parodi, 2010; Swales, 1995) propicia o no la comprensión del conocimiento y el desarrollo de habilidades del destinatario.

En el ámbito de las Ciencias, Kearsley y Turner (1999) analizaron este recurso curricular como un género que es parte de un contexto instruccional. Una vez que identificaron las funciones (*moves*) asociadas a los segmentos textuales, analizaron el *registro*, es decir, el vocabulario y las estructuras sintácticas empleadas para transmitir información científica en un texto para el nivel secundario. Así concluyen que el léxico especializado sin una transición adecuada, el uso de las nominalizaciones y oraciones pasivas representa un desafío para la comprensión de los conceptos científicos. De esta manera, estos aspectos pueden ser transformados en criterios de evaluación en el proceso de selección de textos escolares.

Debido a que los textos pueden proporcionar el tipo de lenguaje que los científicos leen y escriben –de modo que contribuyen a la educación científica– Newton, Newton, Blake & Brown (2002) analizaron 53 textos escolares de primaria ingleses para determinar la forma en que se

presentaban las causas, consecuencias, condiciones, explicaciones, fines, predicciones o focalización de la atención en el marco de la comprensión o elaboración de explicaciones sobre fenómenos científicos. El corpus fue segmentado en cláusulas (n=10.000, 181 promedio de cláusulas por libro), las que fueron clasificadas según las categorías mencionadas. Los resultados obtenidos indican que los libros presentan información (85,4% mediana por cláusulas) antes que solicitarla a los estudiantes a través de preguntas o actividades. Las cláusulas de causa corresponden a una mediana de 1,3% y las de propósito tienen una mediana de 1,8%. Así los textos escolares presentan la información científica como un conjunto de hechos y descripciones, de modo que su aprendizaje está constituido por el significado de las palabras y la repetición de descripciones.

Especialmente en un contexto de educación primaria anglosajón en que predominan la interacción con textos narrativos, Pappas (2006) analizó un corpus 400 de textos informativos sobre temas científicos para describir la estructura del género informativo, que se distingue por la presentación del tema, descripción de atributos, caracterización de los eventos, comparación de categorías, síntesis y un epílogo. En cuanto al lenguaje empleado en estos segmentos, por ejemplo, se usan verbos introducen eventos, atributos y descripción de procesos, pronombres indefinidos, construcciones impersonales, conectores de contraste.

Así, la caracterización de la estructuración de libros para niños sobre temas científicos y el lenguaje empleado para abordarlos permiten determinar la forma en que contribuyen en la comprensión y apropiación del discurso científico. Los libros de texto son sustantivos para la alfabetización científica en la escuela, en tanto los reportajes de divulgación científica están relacionados con la toma de decisiones de la ciudadanía con respecto a temas sociocientíficos. La lectura de ambos requiere el desarrollo de habilidades específicas para acceder a información proveniente de las Ciencias. Por tal razón, Penney, Norris, Phillips y Clark (2003) describen y contrastan la presencia de temas científicos, el metalenguaje, el grado de certeza atribuido al conocimiento en textos escolares de secundaria canadienses y en reportajes de divulgación científica. Fueron analizados los segmentos textuales asociados a exposición de información científica en ambos géneros, dejando de lado los componentes multimodales. Estos fueron clasificados de acuerdo al género predominante en el libro de texto y el reportaje. Para la Ciencia, la argumentación es un aspecto distintivo; sin embargo, los textos escolares no presentan secuencias argumentativas, más bien predomina el género expositivo con 75% en 7 grado y en 8 grado con 100%. En cambio, en los reportajes se detectaron segmentos argumentativos próximos a argumentación científica con un máximo de 43% y un promedio de 17%. Asimismo, en los textos escolares el conocimiento es presentado con un grado de certeza equivalente a la verdad con un 95%; en los reportajes a los hechos o fenómenos científicos se les confiere un 68% de certeza total. Estos resultados se diferencian de la comunicación científica, donde el saber se distingue por ser mutable y revisable. En cuanto al metalenguaje científico destacan en los textos escolares *causa*, *testear*, *observar* con un 83% de frecuencia, en los reportajes predominan los mismos términos con 75%. Esta investigación (Penney, Norris, Phillips y Clark, 2003) concluye que los textos escolares y los reportajes analizados son débiles en brindar oportunidades para que los estudiantes se enfrenten a la construcción del conocimiento científico. En particular, los textos exponen a los estudiantes a la lectura de cadenas causales de hechos y fenómenos presentados como verdades científicas con escaso metalenguaje. De esta forma, el razonamiento científico basado en evidencias y en problemas es reemplazado por los rasgos anteriores.

Si bien el estudio de los textos escolares ha sido abordado básicamente desde sus componentes verbales, las imágenes que representan fenómenos o procesos científicos juegan un rol relevante en la comprensión de explicaciones científicas, pues a partir de su interacción con la información verbal los estudiantes van construyendo conceptos y obteniendo conclusiones. En textos escolares eslovenos de primaria, en particular, en las secciones que contienen imágenes y textos sobre fenómenos científicos, Devetak, Vogrinc, & Glažar (2010)

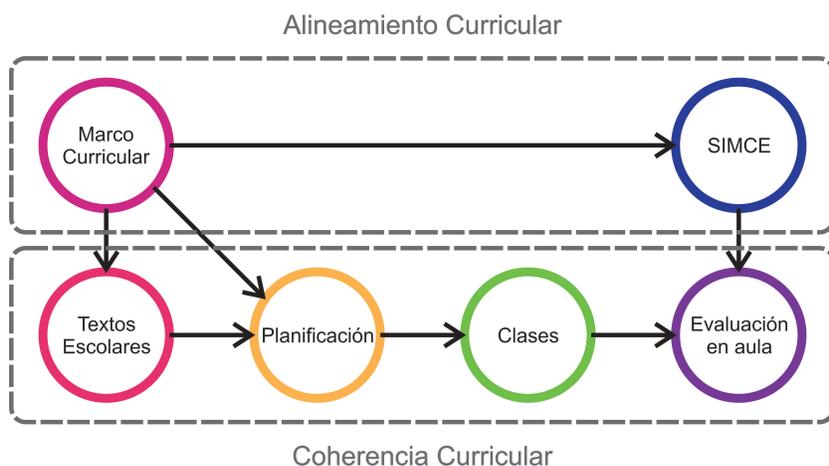
sugieren que las explicaciones que incorporan tanto la representación visual de nivel macroscópico o escala humana de un fenómeno, como su nivel microscópico pueden contribuir a generar concepciones erradas científicamente, si estos niveles no están vinculados coherentemente con la explicación dada verbalmente.

Lograr determinar lógicas de progresión y de complejidad de los textos en relación con los niveles educativos y los desempeños lectores de los estudiantes implica avanzar en tomar conciencia de que es a través del lenguaje y un lenguaje especializado que los estudiantes aprenden ciencias.

## 2. MARCO TEÓRICO/ CONCEPTUAL

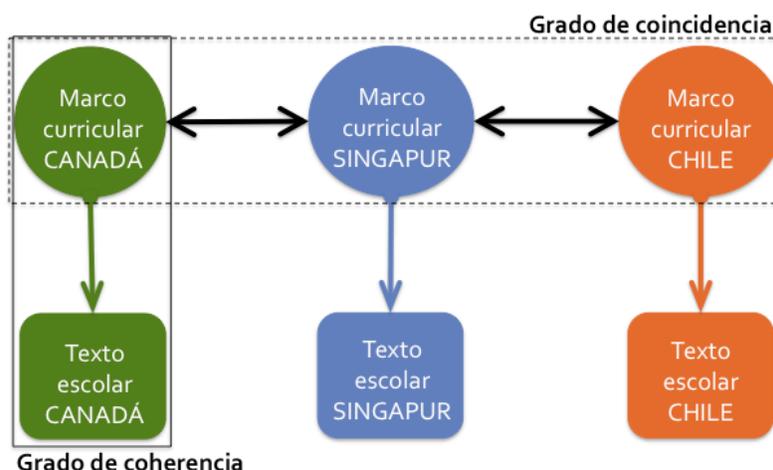
Para determinar la calidad de los textos escolares a partir de la caracterización de habilidades, contenidos y lenguaje académico, en primer lugar, se utiliza en este estudio el concepto de *oportunidad de aprendizaje*. Dicho concepto gestado desde el campo de la evaluación estandarizada ha sido utilizado por Mc Donnell (1995) como indicador dentro de la investigación educativa. *Oportunidad de aprendizaje* permite la comparación entre grados de coherencia entre lo prescrito en el currículo de un país con lo efectivamente implementado en los distintos niveles de concreción curricular (figura 1). De este modo, es posible detectar brechas entre lo prescrito, lo promovido, lo enseñado y lo evaluado. Dicho concepto permite la comparación entre distintos sistemas educativos estableciendo relaciones entre los grados de coincidencia entre lo declarado por los marcos curriculares de cada país.

Figura 1: Coherencia curricular y niveles de concreción curricular



Para este estudio, se ha seleccionado del modelo la relación entre marco curricular de los tres países escogidos (Chile, Singapur y Canadá) y los textos escolares vigentes y aprobados por los ministerios de educación de los países correspondientes (figura 2).

Figura 2: Grado de coincidencia entre marcos curriculares y de coherencia entre currículum y textos escolares



Se ha considerado en esta investigación que la *oportunidad de aprendizaje* posee dos dimensiones:

**Dimensión 1:** presencia / no presencia de una determinada habilidad en relación con un contenido, que es prescrita por un marco curricular (Mc Donnell, 1995; Porter, 1995; Anderson, 2002). Además, se considera un marco general que contiene procesos cognitivos (Anderson et al. 2001) y temas científicos TIMSS (Schimdt et al, 2001) que permite el contraste entre países.

**Dimensión 2:** descripción lingüística involucrada en la oportunidad de aprendizaje en relación con el nivel educativo al cual está dirigido el texto escolar (*demanda de lectura*).

### 3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿En qué proporción las oportunidades de aprendizaje de contenidos, habilidades y lenguaje académico son promovidas por los textos escolares de primaria de Ciencias en Chile, Singapur y Canadá?

¿Qué grado de coherencia curricular existe entre las habilidades y los contenidos promovidos por los textos escolares de Ciencias de cada país y las habilidades y contenidos declarados por sus respectivos marcos curriculares?

### 4. OBJETIVO GENERAL

Determinar las oportunidades de aprendizajes de los contenidos, de las habilidades en Ciencias y del lenguaje académico promovidas en textos escolares de Chile, Singapur y Canadá y obtener el grado de coherencia entre los textos escolares y sus respectivos marcos curriculares.

#### 4.1 Objetivos Específicos

1. Caracterizar y contrastar las habilidades y contenidos en Ciencias en el marco curricular nacional y en el marco curricular de Singapur y Canadá, países con desempeños superiores en TIMSS.
2. Determinar el grado de coincidencia entre las habilidades y contenidos declarados en los marcos curriculares entre marcos de Chile, Singapur y Canadá

3. Caracterizar y contrastar las oportunidades de aprendizaje de habilidades y de contenidos en Ciencias ofrecidas por los textos escolares licitados para 2012 por el MINEDUC con los textos escolares de Singapur y Canadá.
4. Determinar el grado de coherencia curricular existente entre las oportunidades de aprendizaje de las habilidades y de los contenidos en Ciencias en los textos escolares nacionales e internacionales y aquellas declaradas en los currículos prescritos.
5. Describir rasgos cuantitativos y cualitativos del lenguaje académico de los textos escolares de Ciencias relacionados con los desafíos asociados a la lectura.

## 5. METODOLOGÍA

Estudio descriptivo que emplea métodos cuantitativos y cualitativos para la determinación de oportunidades de aprendizaje de habilidades y contenidos en Ciencias y del lenguaje académico ofrecidas en textos escolares nacionales e internacionales. El estudio contempla tres fases: en la **fase 1** se pretende caracterizar las oportunidades de aprendizajes declaradas en los marcos curriculares de Chile, Singapur y Canadá y obtener el grado de coincidencia entre los marcos de los países en estudio; en la **fase 2** se busca caracterizar, esta vez, las oportunidades de aprendizaje promovidas por los textos escolares de Ciencias de los tres países y obtener el grado de coherencia curricular entre los textos y sus respectivos marcos y, finalmente, en la fase 3, se describe la complejidad del lenguaje académico utilizado en los elementos para exponer conceptos en términos de sus demandas de lectura y según los referentes que se introducen en los textos para ser explicados.

### 5.1 Recolección de la información: Construcción del corpus

Para construir el corpus por analizar se escogieron como países Chile y dos países que tuvieran un promedio significativamente más alto que la media en TIMSS 2007 y que además mostraran una trayectoria de desempeño alto en el área de Ciencias en las versiones de TIMSS 1995, 1999 y 2003. Se seleccionó solo los logros en TIMSS porque esta prueba estandarizada evalúa los desempeños de estudiantes de 4° y 8° grado en el área de Ciencias. La accesibilidad idiomática fue el tercer criterio por lo que se escogieron países que tuvieran los textos escolares en inglés. Los países escogidos fueron Canadá (Ontario) y Singapur. La tabla 1 muestra los logros promedio de los países seleccionados entre 1995 y 2007.

**Tabla 1: Trayectoria en Logros en Ciencias 1995-2007\***

País	4° grado			8° grado		
	1995	2003	2007	1999	2003	2007
Singapur	523 (4.8)	565 (5.5)	587 (4.1)	568 (8.0)	578 (4.3)	567 (4.4)
Ontario	516 (3.7)	540 (3.7)	536 (3.7)	518 (3.1)	533 (2.7)	526 (3.6)
Canadá	-	-	-	420 (3.7)	413 (2.9)	-

\*Resultados reportados por Martin, Mullis & Foy (2008). *TIMSS 2007 International Science Report Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center.

Los números de la tabla indican el *Average Scale Score*; el número entre paréntesis corresponde al *Standard Error*.

Singapur organiza la enseñanza en grados educativos diferentes y posee énfasis curriculares distintos: en los tres primeros años de escolaridad los estudiantes desarrollan sus habilidades en lengua inglesa y en lengua materna así como en matemáticas por lo que el área de Ciencias solo comienza curricularmente en el equivalente chileno a 3° grado. La tabla 2

muestra las equivalencias entre grados, específicamente, para el sector de Ciencias en los países en estudio.

**Tabla 2: Equivalencia de grados en Chile, Canadá y Singapur**

Chile	Canadá	Singapur <i>Por edad</i>	Singapur <i>Por grado</i>
1°	1°	-	
2°	2°	-	
3°	3°	-	P3
4°	4°	P3	P4
5°	5°	P4	P5
6°	6°	P5	P6

La equivalencia con Singapur puede ser realizada considerando o bien la edad de ingreso de los estudiantes o bien el grado educativo. Para esta fase del estudio, se ha determinado trabajar la comparación entre grados educativos.

El corpus construido está constituido por: **Corpus 1** conformado por los marcos curriculares de los países en estudio y **Corpus 2** por los textos escolares de dichos países.

### **Corpus 1: Marcos curriculares**

En la tabla 3, se encuentran especificados los documentos oficiales que contienen los currículos nacionales vigentes de Chile, Singapur y Canadá.

**Tabla 3: Currículos vigentes para el área de Ciencias de Chile, Singapur y Canadá**

Países	Nombre del documento	Sitio web
Chile	Ciencias Naturales. Educación Básica Bases curriculares 2012 Decreto Supremo 439/2012	<a href="http://curriculumlinea.mineduc.cl/sphider/search.php?query=&amp;t_busca=1&amp;results=&amp;search=1&amp;dis=0&amp;category=1#a3">http://curriculumlinea.mineduc.cl/sphider/search.php?query=&amp;t_busca=1&amp;results=&amp;search=1&amp;dis=0&amp;category=1#a3</a>
Singapur	Science Syllabus Primary 2008 Curriculum Planning & Development Division Ministry of Education, Singapore Year of implementation: from 2008	<a href="http://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/files/science-primary-2008.pdf">http://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/files/science-primary-2008.pdf</a>
Canadá	Science and Technology. The Ontario Curriculum Grades 1-8 Revised 2007	<a href="http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf">http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf</a>

### **Corpus 2: textos escolares**

Para la construcción del corpus 2, se consideraron los siguientes criterios de selección:

1. Textos de educación primaria.
2. Textos para el estudiante.
3. Textos aprobados por los Ministerios de Educación de los respectivos países.
4. Facilidad para adquirirlos.

En la tabla 4 se detallan los libros que se analizaron.

**Tabla 4: *Corpus 2*, textos escolares de Ciencias de primaria de Chile, Canadá y Singapur**

<b>País</b>	<b>Grado</b>	<b>Libro seleccionado</b>	<b>Editorial</b>	<b>Período de aprobación</b>
Chile	1°	Texto para el Estudiante. Ciencias Naturales	Grupo Editorial Norma	2012
	2°	Texto para el Estudiante. Ciencias Naturales	Grupo Editorial Norma	2012
	3°	Texto para el Estudiante. Ciencias Naturales	Grupo Editorial Norma	2012
Singapur	P3-P4	My Pals are here Science <i>Systems</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
	P3-P4	My Pals are here Science <i>Interactions</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
	P3-P4	My Pals are here Science <i>Energy</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
	P3-P4	My Pals are here Science <i>Diversity</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
	P3-P4	My Pals are here Science <i>Cycles</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
	P5-P6	My Pals are here Science <i>Systems</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
	P5-P6	My Pals are here Science <i>Interactions</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
	P5-P6	My Pals are here Science <i>Energy</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
	P5-P6	My Pals are here Science <i>Cycles</i>	Marshall Cavendish	2008-2012
Canadá	1°	Science and Technology Activities Resource	GTK Press	2007-vigente
	2°	Science and Technology Activities Resource	GTK Press	2007-vigente
	3°	Science and Technology Activities Resource	GTK Press	2007-vigente
	4°	Science and Technology Activities Resource	GTK Press	2007-vigente
	5°	Science and Technology Activities Resource	GTK Press	2007-vigente
	6°	Science and Technology Activities Resource	GTK Press	2007-vigente

Con el fin de poder contextualizar los textos analizados, se describen algunas de sus características en la tabla 5.

**Tabla 5: Caracterización de los textos escolares escogidos de Chile, Singapur y Canadá**

	Chile	Singapur	Canadá
<i>Número promedio de textos por nivel educativo</i>	1	9	4
<i>Páginas promedio por texto</i>	106	40,6	43,5
<i>Tipo de texto (texto, libro de actividades)</i>	texto estudiante (actividades incluidas)	texto estudiante + libro de actividad	texto estudiante (actividades incluidas)
<i>Organización interna de la información</i>			
Número promedio Temas	0	4,5	4
Número promedio Unidades por tema	4	4,6	0
Número promedio Lecciones por unidad	1,75	2,9	10 <i>por tema</i>

La configuración de la muestra no cubre todos los niveles educativos pues para el caso de Chile solo se seleccionaron los textos escolares que fueron licitados de acuerdo a las Bases Curriculares 2012. En el caso de Singapur y Canadá, los textos corresponden a los disponibles para los cursos de primaria. Aunque los textos escolares no cubren los mismos niveles educativos, el análisis es pertinente pues la caracterización tanto de los contenidos y habilidades en cada país así como el lenguaje utilizado para la exposición de conceptos será altamente informativo para la toma de decisiones sobre materiales curriculares que promuevan aprendizajes en el área de Ciencias.

## 5.2 Análisis de la información

Los discursos recolectados (*marco curricular, texto escolar*) se abordan siguiendo los principios del análisis del discurso desde una perspectiva funcional; esto quiere decir que se estudia el lenguaje en uso vinculándolo con propósitos comunicativos y situándolos en contextos sociales e institucionales (Bathia, 2004; Parodi, 2010; Swales, 1995). Como plantea Bathia (2010), el análisis del discurso es un marco de investigación que permite el estudio de géneros discursivos configuradores de prácticas institucionales y disciplinares específicas, las que se vinculan con los modos en que los sujetos y las comunidades construyen, interpretan y usan los discursos para alcanzar determinados objetivos.

En este estudio, los discursos han sido segmentados según los modos en que la información es organizada en los distintos géneros analizados (*marcos curriculares y textos escolares*). Las unidades de análisis se categorizan según los contenidos y habilidades.

Como se ya se ha mencionado el análisis se realizó en tres fases.

### **Fase 1: Caracterización de las oportunidades de aprendizaje en los marcos curriculares y obtención del grado de coincidencia entre marcos**

**Paso 1. Construcción del catastro de contenidos y habilidades y del marco común de contenidos y habilidades.** Se extrajeron las habilidades y contenidos declarados en cada uno de los marcos curriculares en estudio generando el catastro de contenidos y habilidades por país lo que posibilita el análisis de la coherencia curricular entre texto escolar y marco. Posteriormente, se trabajó en la construcción del marco común de habilidades y contenidos, necesario para analizar la coincidencia entre marcos curriculares entre países. Inicialmente, se organizó unidimensionalmente donde cada habilidad declarada en algún marco curricular podía ser equivalente o no con una o más habilidades dentro del marco común. Sin embargo, el

enunciado de cada habilidad en cada marco destacaba un número de acciones diferentes y que no se correspondían necesariamente entre marcos. Por ejemplo, la definición de la habilidad *experimentar* en los marcos curriculares defiere como muestra el siguiente ejemplo (tabla 6).

Tabla 6: Diferencias en definiciones de una misma habilidad en marcos de Chile, Singapur y Canadá

<i><b>País</b></i>	<i><b>Experimentar</b></i>
<b>Chile</b>	Probar y examinar de manera práctica un objeto o un fenómeno (pág. 3).
<b>Singapur</b>	This involves formulating questions or hypotheses, devising fair methods and carrying out those methods to find out answers to the questions or to verify the hypothesis (pág. 8).
<b>Canadá</b>	Experimentation involves conducting “fair tests” to determine whether changing one factor in the experimental set-up affects the results, and, if so, in what ways. In a fair test, the scientist/student identifies variables that may affect the results of the experiment; selects one variable to be altered (tested), and keeps other variables constant; measures all trials in the same way; and repeats tests to determine the validity of the results (pág. 157).

Por lo tanto, se optó por la taxonomía de Anderson et al. (2001) que consiste en la revisión de las categorías de Bloom. Se consideró de dicha taxonomía la propuesta de procesos cognitivos organizados según grado de complejidad. Como demostraron Nässtroöm & Henriksson (2008), para la obtención de alineamiento curricular, la taxonomía revisada de Bloom (2001) obtuvo una confiabilidad entre jueces (*inter-rater reliability*) significativamente mayor que otras revisadas lo que conlleva a una mayor confiabilidad de los datos para la realización de los análisis. Además, para los contenidos se decidió utilizar la clasificación de contenidos generales y específicos de Ciencias utilizados para el análisis de datos de TIMSS 1999 (Schmidt et al, 2001). Este sistema de códigos se usó tanto para el análisis de los marcos curriculares como de los textos escolares.

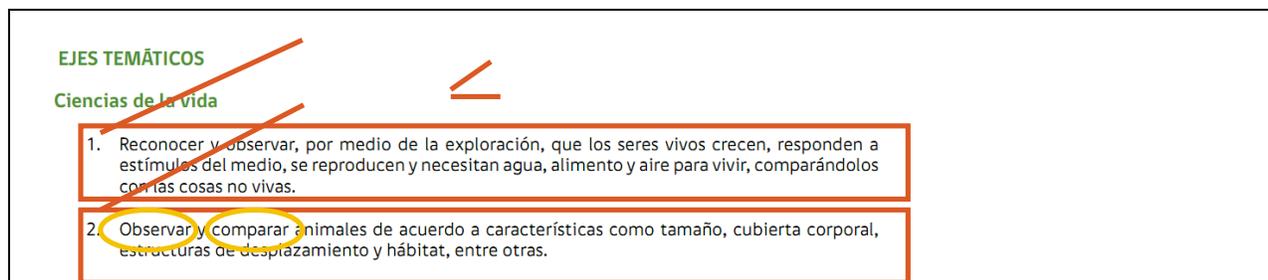
**Paso 2. Operacionalización de la unidad de análisis.**

Para poder contrastar las oportunidades de aprendizaje declaradas en los marcos curriculares y calcular el índice de coincidencia entre estos, se determinó que los documentos oficiales de cada nivel educativo se segmentarían según los elementos que constituyen cada uno de los objetivos de aprendizajes o expectativas declaradas en el documento. El **elemento** es definido como el conjunto mínimo de habilidades y contenido que configuran el objetivo de aprendizaje. Además, el elemento se reconoce por poseer una numeración o viñeta en el documento. Puesto que el elemento puede estar constituido por más de una habilidad, se segmentaron en **objetos**, los cuales se definen como la unidad mínima de contenido y habilidad declarados en un documento oficial para un determinado nivel educativo.

**Paso 3. Segmentación de los marcos curriculares según elementos y objetos.**

Como lo muestra la figura 3 cada objetivo de aprendizaje se segmenta en unidades más pequeñas con el fin de operar con un contenido y una habilidad por unidad de análisis.

Figura 3: Segmentación de elementos y objetos en los marcos curriculares



**Paso 4. Codificación de cada objeto según el marco común de contenidos y habilidades.**

Cada objeto se codificó según las habilidades y contenidos descritos en el marco común. La confiabilidad de codificación se aseguró mediante el cálculo del coeficiente Cohen Kappa (20% de los datos). Para la variable *contenidos* por país se obtuvo un Cohen Kappa de 0.74 con un porcentaje de consistencia de 80%; para la variable *habilidades* por país, Cohen Kappa de 0.79 con un porcentaje de consistencia de 80.7%; para la variable *contenido TIMSS*, Cohen Kappa de 0.66 con un porcentaje de consistencia de 73.34%; y para la variable *procesos cognitivos* Anderson et al (2001), Cohen Kappa de 0.52 con un porcentaje de consistencia de 62.35%.

**Paso 5. Construcción de las tablas de contingencia para las variables categóricas determinadas (contenidos y habilidades).** Para ello, se «contó» el número de segmentos medidos que poseen un contenido y una habilidad en cada uno de los marcos.

**Paso 5. Normalización de la tabla de contingencia** dividiendo cada elemento por el número total de segmentos medidos en el marco curricular. Así se obtuvo la matriz de contenidos  $M(c,h)$  donde  $c$  representa los contenidos y  $h$  representa las habilidades. El número  $M(c,h)$  corresponde a la proporción de segmentos con el contenido  $c$  y la habilidad  $h$  (*objetivo 1*).

**Paso 6. Cálculo del índice de coincidencia.** Para contrastar las oportunidades de aprendizaje declaradas en los marcos curriculares de los países en estudio, se midió el grado de coincidencia extendiendo el índice de Porter utilizado para medir coherencia curricular (explicado más adelante en este apartado) (*objetivo 2*).

## **Fase 2: Caracterización de las oportunidades de aprendizaje en los textos escolares y obtención del grado de coherencia curricular**

Se siguió la siguiente estrategia de análisis de los textos escolares.

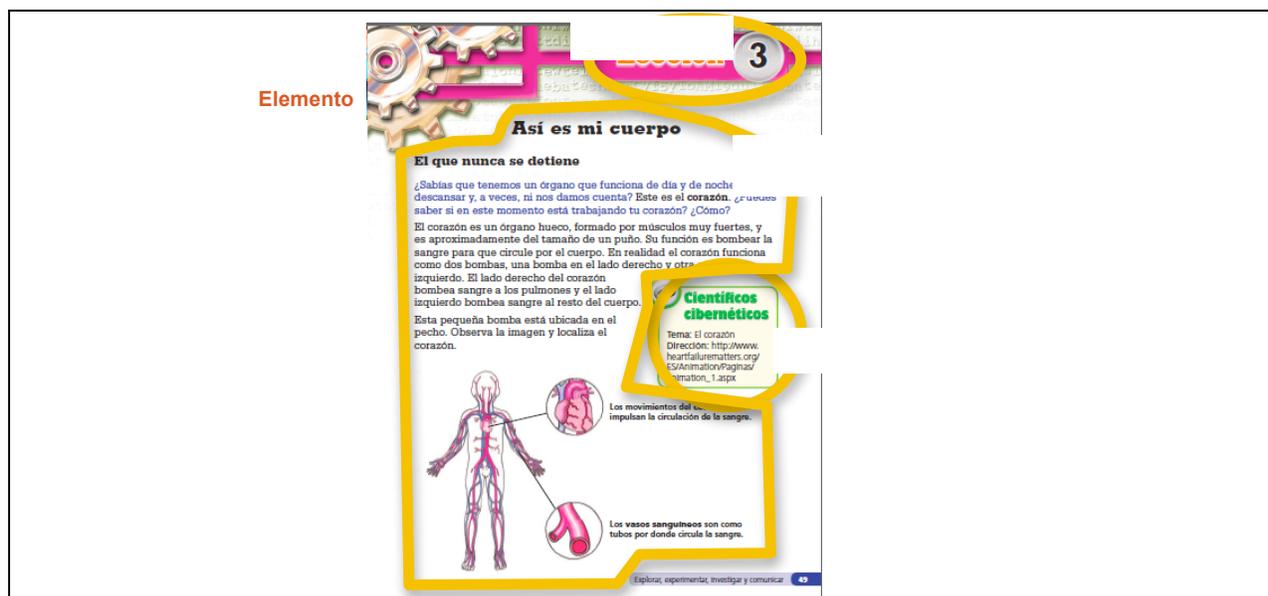
**Paso 1. Operacionalización de la unidad de análisis.**

En el caso del texto escolar se definió como **elemento** la unidad informativa autónoma constituida por objeto u objetos verbales y/o visuales que cumplen una determinada función didáctica al interior de cada unidad del texto escolar. Los elementos son identificados en cada página del texto.

**Paso 2. Segmentación de los textos escolares según los elementos.**

La figura 4 ejemplifica la segmentación de una página de texto escolar en elementos. Además, la extensión de cada elemento se medirá en base al área absoluta cubierta por este.

Figura 4: Segmentación de elementos en una página del texto escolar



**Paso 3. Codificación de cada elemento.** Se codifican según la función didáctica que desempeña al interior de la unidad didáctica y según los contenidos y habilidades que promueven usando el marco de contenidos y habilidades de Anderson et al (2001) como también el del país correspondiente.

**Paso 4. Construcción de las tablas de contingencia para las variables categóricas determinadas (contenidos y habilidades).**

**Paso 5. Normalización de la tabla de contingencia para construir la matriz de contenidos y habilidades.** De este modo, se pudo contrastar las oportunidades de aprendizaje de contenidos y de habilidades promovidas en los textos escolares de Ciencias de los países en estudio (objetivo 3).

**Paso 6. Cálculo del índice de coherencia curricular.** Se compararon las matrices de contenidos y habilidades de los marcos curriculares con los textos escolares de cada país. Se aplicó el índice de Porter et al. (2007), que calcula la diferencia entre la proporción medida entre contenidos y habilidades. Para calcular el índice de coherencia se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Índice de coherencia} = 1 - \frac{1}{2} \sum_{c,h} |M_1(c,h) - M_2(c,h)|$$

En esta expresión,  $M_1(c,h)$  corresponde al elemento de la *matriz de contenidos* asociada al nivel de concreción curricular 1 asociado al contenido  $c$  y a la habilidad  $h$ ; similarmente,  $M_2(c,h)$  corresponde al elemento de la *matriz de contenidos* asociada al nivel de concreción curricular 2 asociado al mismo contenido  $c$  y a la misma habilidad  $h$  anterior;  $|x|$  es el valor absoluto de  $x$ ; y la suma  $\sum$  se efectúa sobre todos los elementos de la matriz. Como se puede observar de la expresión, el índice se calcula sumando el valor absoluto de la diferencia entre los 2 elementos correspondientes de cada matriz y luego, el resultado de la suma se divide por 2 y se resta a 1. El índice varía entre 0 y 1, siendo 0 ausencia de coherencia y 1 coherencia

máxima: en el caso de coherencia máxima, los elementos de ambas matrices son idénticos, su diferencia es cero y se obtiene 1; en el caso de coherencia mínima, cada elemento que es 0 en una matriz es 1 en la otra y, por lo tanto, la suma de los valores absolutos da 2, que al dividir por 2 cancela completamente el 1 inicial. Este índice es una medida del grado de coincidencia entre marcos y la coherencia entre el texto escolar y el marco curricular correspondiente. Por otro lado, al analizar las tablas de contingencia asociadas a los textos se obtiene la probabilidad de oportunidad de aprendizaje de cada habilidad en cada contenido en un texto escolar lo que permite determinar la calidad de los recursos educativos en relación con los contenidos y las habilidades que se esperan alcanzar para el área de ciencias (*objetivo 4*).

### Fase 3. Análisis del lenguaje académico

Para determinar la complejidad del lenguaje académico y la demanda de lectura de los textos escolares de Ciencias, se analizó un subcorpus de los textos escolares configurado por los elementos que cumplen la función de exponer conceptos científicos. Se escogió 3° grado pues es el nivel educativo comparable en los tres países. Por otra parte, se seleccionaron las secciones exponer conceptos porque son las que presentan mayor desafío de decodificación y comprensión para los estudiantes. La tabla 7 presenta las unidades y lecciones seleccionadas para el análisis LEXILE y el análisis de co referencias.

**Tabla 7: Unidades y temáticas analizadas con LEXILE**

Chile	Singapur	Canadá
Unidad 1 Las plantas y medio ambiente ○ Lección 1 El mundo de las plantas ○ Lección 2 Nuestras plantas	Unit 3 Plants ( <i>Diversity book</i> ) Unit 4 Plants and their parts ( <i>Systems book</i> ) Unit 3 Life cycles of plants ( <i>Cycles book</i> )	Life systems, Plants (book) ○ The sum of the parts ○ Visible to the eyes ○ From beginning to end ○ Incredibles edibles ○ The four seasons ○ Survival of the fittest ○ Unique traits ○ Changing the environment ○ What's in common ○ Solar green house
Unidad 2 Cuerpo humano ○ Lección 3 Los alimentos saludables	Unit 3 Digestive system ( <i>Systems book</i> )	<i>No se trata de manera equivalente</i>
Unidad 3 Luz y sonido ○ Lección 4 La luz	Unit 1 Light and shadow ( <i>Energy book</i> )	<i>No se trata de manera equivalente</i>

En la tabla 8 se presenta los elementos analizados en LEXILE en relación con el total de elementos de los textos correspondientes a 3° grado y en relación con el total de elementos que cumplen la función “exponer conceptos” en los textos de 3° grado.

**Tabla 8: Porcentaje de elementos “exponer conceptos” analizado con LEXILE**

	Chile	Singapur	Canadá
Elementos LEXILE	46	78	39
Porcentaje de elementos LEXILE del total elementos libro(s) 3 básico	12%	9%	8%
Porcentaje de elementos LEXILE del total elementos exponer conceptos libro(s)	68%	29%	28%

El análisis de dichos textos se realizó en dos etapas.

1. **Análisis automático de los textos** usando Lexile Analyzer® (Metametrics, 2012) para determinar la demanda de lectura de los textos en término de legibilidad (*readability*). Entrega medidas LEXILE en inglés y español asociadas a grados escolares. Cuatro fueron las medidas obtenidas:
  - **Medida lexile** (*Lexile Measure*): indica la demanda de lectura de un texto considerando la complejidad sintáctica y la dificultad semántica del texto. Posee un rango que va desde 200L a 1700L.
  - **Conteo de palabras** (*Word Count*): número total de palabras del texto analizado.
  - **Promedio de extensión de la oración** (*Mean Sentence Length*): promedio de palabras que componen una oración según las oraciones analizadas.
  - **Promedio del Logaritmo de la frecuencia de palabra** (*Mean Log Word Frequency*): logaritmo del número de veces en que aparece una palabra en cada 5 millones de palabras en el corpus constituido por 571 millones de palabras correspondiente a MetaMetrics.
  
2. **Análisis de co referencia de los elementos que exponen conceptos**. Para ilustrar la complejidad de los textos para aprender ciencias, se escogieron tres textos con una temática similar con el fin de explorar mediciones que fueran más allá del nivel oracional. Cada elemento fue segmentado según las cláusulas independientes, yuxtapuestas o coordinadas que la constituyen. Al interior de cada cláusula se identificaron los referentes que son nombrados. Se operacionalizó *referente* como todo elemento léxico de carácter nominal (sustantivo o grupo nominal) o pronominal utilizado para representar los conceptos desarrollados en el texto. No se consideraron pronombres personales de primera y segunda persona singular y plural. Las relaciones entre co referente utilizadas fueron adaptadas de Calsamiglia y Tusón, 199; Graesser et al., 2004; Sánchez, Gonzalez y García Pérez, 2002; Tanskanen, 2006. En la tabla 9 se presentan los tipos de relaciones de mantención de los referentes.

Tabla 9: Tipos de relaciones entre co referentes

Código	Relación	Definición
0	Sin relación <b>Non overlap</b>	El referente no es mantenido en la cláusula.
1	Repetición exacta <b>Total noun overlap</b>	El referente se repite de manera exacta o con variaciones en género, número.
2	Sustitución lexica <b>Partial noun overlap</b>	El referente es sustituido por unidades léxicas que pueden mantener relaciones de - sinonimia o cuasi sinonimia. - meronimia (“partes de”). - hiponimia (categoría específica). - hipernomia (categoría general o superordinado). - colocación (asociaciones constituida por grupos de palabras que tienen una aparición estable en los textos).
3	Sustitución gramatical <b>Grammatical overlap</b>	El referente es sustituido mediante procedimientos gramaticales (uso de proformas), morfológicos (en especial en español el uso de sujeto tácito) y elipsis.
4	Sustitución mediante nominalizaciones <b>Argument overlap</b>	El referente es sustituido mediante la reconstrucción del significado mediante el cambio de categoría gramatical, especialmente, nominalización (de proceso, cualidad, relaciones lógicas a nombre).

Después de realizar un análisis preliminar se decidió no describir el uso de la voz pasiva y media porque no era un recurso relevante en los textos correspondientes a los niveles educativos en estudio. Más bien se optó por el análisis de co referentes porque integraba tanto nominalizaciones como anáforas conceptuales, fenómenos que presentan una mayor complejidad para la comprensión de los conocimientos científicos.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 ¿En qué proporción las oportunidades de aprendizaje de *contenidos y habilidades* en Ciencias son declarados en los marcos curriculares de Chile, Singapur y Canadá?

Se presentan los resultados sobre contenidos y habilidades prescritas para Ciencias en los marcos curriculares de Chile, Singapur y Canadá con el fin de caracterizar las oportunidades de aprendizaje. La descripción se efectuó considerando la cantidad de objetos, cuya segmentación fue operacionalizada como la articulación mínima de un contenido y una habilidad declarada en un objetivo de aprendizaje y/o temas para un determinado nivel educativo. Para Chile se proporcionan con mayor detalle resultados considerando contenidos y habilidades promovidas en el marco curricular, en tanto los resultados de Singapur y Canadá son presentados contrastivamente con Chile para contextualizar los contenidos de TIMSS y los procesos cognitivos de la taxonomía de Anderson et al. (2001).

#### 6.1.1 ¿En qué proporción las oportunidades de aprendizaje de *contenidos y habilidades* en Ciencias son declarados en el marco curricular de Chile?

La segmentación del marco curricular de Chile permitió identificar un total de **296 objetos** a partir de 109 elementos (*objetivos de aprendizajes*) con un promedio de 2.7 objetos por objetivo de aprendizaje y/o tema.

En la tabla 10, se presenta la distribución de los objetos de acuerdo a los **contenidos** asociados a los ejes temáticos de las Bases Curriculares 2012.

**Tabla 10: Distribución de número de objetos según contenido en el marco curricular Chile**

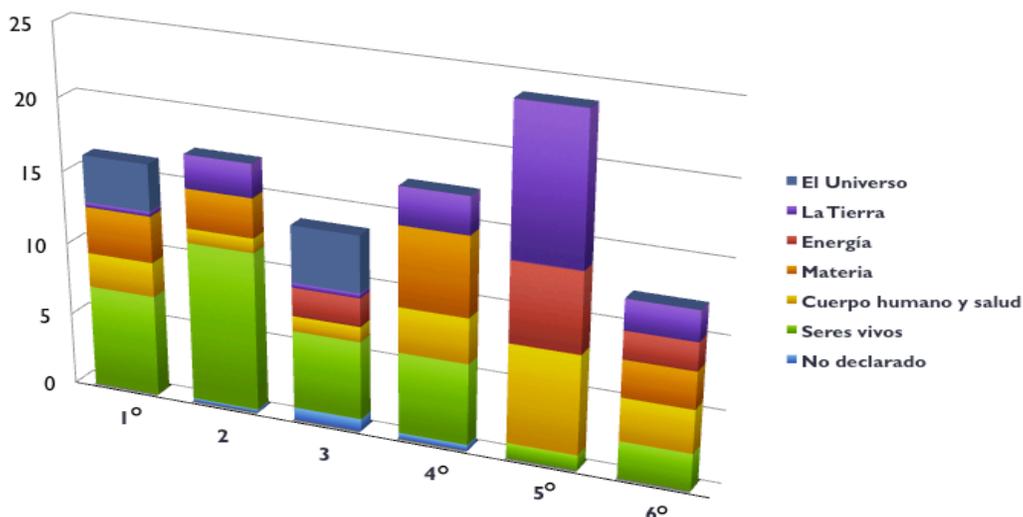
Contenido Chile	No declarado	Ciencias de la vida	Ciencias Físicas y Químicas	Ciencias de la Tierra y el Universo	%
No declarado	1.4	-	-	-	1.4
Seres vivos	-	<b>32.7</b>	-	-	<b>32.7</b>
Cuerpo humano y Salud	-	<b>17.4</b>	-	-	17.4
Materia	-	-	14.0	-	14.0
Energía	-	-	9.4	-	9.4
La Tierra	-	-	-	17.9	17.9
El Universo	-	-	-	<b>7.1</b>	<b>7.1</b>
%	<b>1.4</b>	<b>50.1</b>	23.4	25.0	

El mayor porcentaje de objetos se concentra en *Ciencias de la vida* (50,1%), específicamente, al tema *Seres vivos* se le asigna un 32,7%, seguido por *Cuerpo Humano y Salud* con 17,4%. En tanto el eje temático que presenta menos objetos es *Ciencias de la Tierra y Universo – Universo* con una cobertura de 7,1%.

En cuanto a la cobertura curricular dada a los ejes temáticos propuestos en Ciencias en las Bases Curriculares 2012, en el gráfico 1 se observa que no existe un patrón de progresión

identificable desde 1° a 6° grado. Si bien las Bases Curriculares 2012 conceden igual relevancia a todos temas científicos, solo en 6° año es posible detectar mayor homogeneidad en la cobertura de los contenidos en Ciencias. En cambio en los cursos restantes se aprecia el predominio de dos temas: *Seres Vivos* y *Tierra*. Los contenidos que aparecen solo en 1° y 3° grado corresponden *Universo*.

**Gráfico 1: Progresión contenidos marco curricular de Ciencias, Chile**



La proporción de contenidos cubiertos a lo largo de los niveles educativos no sigue un patrón de progresión definido. Para el contenido *Seres Vivos*, se espera que se aborde principalmente en los primeros niveles de ciclo para ir paulatinamente disminuyendo. Por otro lado, hay contenidos que no se desarrollan en todos los niveles educativos, planteando el problema de la continuidad en el aprendizaje; es el caso de *Energía*, *Universo* y *Materia*. Llama en particular la atención que en 5° grado se concentra un 23% de los contenidos de todo el marco curricular, mientras que el grado siguiente (6° grado) la cantidad de contenidos se reduce a la mitad (12%). Por su parte, 3° grado tiene también una menor concentración de contenidos (13.5%).

En relación con las habilidades científicas declaradas en las Bases Curriculares 2012 para el área de Ciencias. En la tabla 11 se presenta la distribución de habilidades y procesos de investigación científica en función de los contenidos específicos declarados por el marco curricular nacional.

**Tabla 11: Distribución de número de objetos según contenidos y habilidades científicas del marco curricular de Chile (1° a 6° grado)**

<i>Habilidad Chile</i>	No declarado	Seres vivos	Cuerpo humano y salud	Materia	Energía	La Tierra	El Universo	%
<i>Habilidad no</i>	-	3.3	5.9	-	0.8	2.4	-	<b>12.4</b>
<i>Analizar</i>	-	0.3	0.6	0.2	-	-	-	<b>1.2</b>
<i>Clasificar</i>	-	3.4	0.2	0.3	0.2	-	-	4.1
<i>Comparar</i>	-	3.1	0.3	1.7	0.4	0.5	-	6.0
<i>Comunicar</i>	1.1	7.0	5.1	1.3	1.7	8.1	3.6	<b>27.8</b>
<i>Evaluar</i>	-	-	-	0.6	-	-	-	<b>0.6</b>
<i>Experimentar</i>	-	0.3	-	4.1	2.1	-	-	6.5
<i>Explorar</i>	-	2.4	-	1.2	-	-	-	3.6
<i>Investigar</i>	-	-	1.8	-	1.7	4.3	-	7.8
<i>Medir</i>	-	-	-	1.6	-	0.9	-	2.4
<i>Observar</i>	-	<b>11.3</b>	-	1.5	2.1	0.3	-	<b>15.2</b>
<i>Planificar</i>	-	-	-	0.6	0.1	0.1	-	0.8
<i>Predecir</i>	0.4	0.2	-	-	-	-	-	<b>0.6</b>
<i>Registrar</i>	-	0.6	-	0.4	-	-	1.3	2.3
<i>Usar modelos</i>	-	1.0	3.4	0.6	0.3	1.3	2.2	<b>8.8</b>
<b>%</b>	<b>1.4</b>	<b>32.7</b>	<b>17.4</b>	<b>14.0</b>	<b>9.4</b>	<b>17.9</b>	<b>7.1</b>	

Como muestra la tabla 11, la habilidad científica con mayor presencia considerando todos los contenidos del marco curricular es *Comunicar* con un 27.8% seguida por *Observar* con un 15.2%. Sin embargo, la habilidad combinada con un contenido (Seres Vivos) más desarrollada es *Observar* (11,3%). En tanto las habilidades menos desarrolladas corresponden a *Evaluar* (0,6) y *Predecir* (0,6).

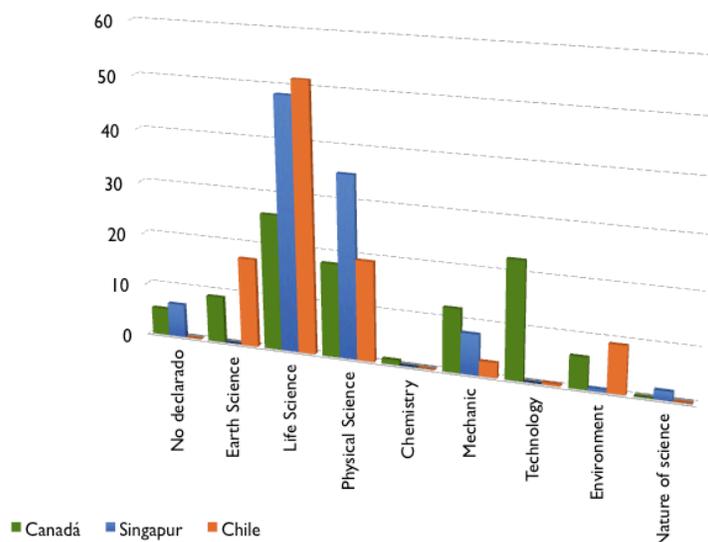
En síntesis, las Bases Curriculares 2012 presentan mayor cobertura curricular en temas relacionados con *Ciencias de la Vida*, mientras que los contenidos vinculados a *Ciencias de Física y Químicas* tienen menor presencia. Esta tendencia se reitera en la progresión de los contenidos de 1° a 5° año que presentan una distribución heterogénea. De esta manera, se observa que la propensión hacia una distribución homogénea promovida por las Bases Curriculares no es consistente con los objetivos de aprendizaje declarados en estos niveles.

En cuanto a las habilidades científicas declaradas por las Bases Curriculares 2012, aquellas distintivas de los procesos de investigación como *planificar*, *predecir*, *medir*, *registrar* tienen menor presencia con respecto a las *habilidades no declaradas*, que incluyen procesos cognitivos generales. De igual modo, la capacidad de *comunicar* la Ciencia aparece con mayor frecuencia que habilidades como *analizar*, *clasificar*, *explorar* o *evaluar*. La distribución señalada llama la atención, pues estas habilidades participan en la obtención de resultados científicos a partir de un fenómeno natural estudiado.

### **6.1.2 ¿En qué proporción las oportunidades de aprendizaje de contenidos y habilidades en Ciencias son declaradas en los marcos curriculares de Chile, Singapur y Canadá?**

Al realizar el análisis contrastivo con lo declarado en los marcos curriculares de Singapur y Canadá se obtuvo lo que muestra el gráfico 2 sobre cobertura curricular considerando los contenidos TIMSS abordados.

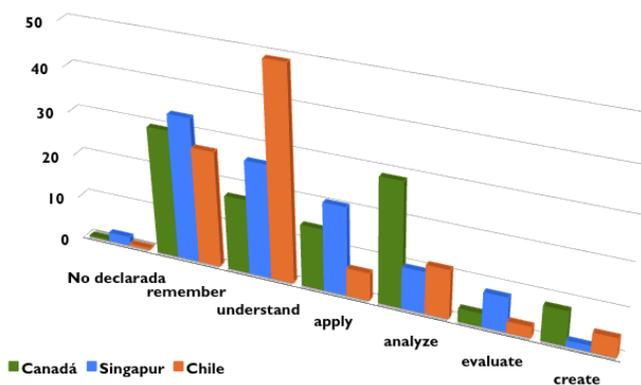
**Gráfico 2:** Contenidos TIMSS para Chile, Singapur y Canadá en marcos curriculares



El contenido predominante según TIMSS para los tres países es *Life Science* con 26,0 % para Canadá 48,0 % para Singapur y 51,4% en Chile. En segundo lugar, está *Physical Science* que representa en Canadá 18,0 %; en Singapur 35,0% y en Chile 19,2%. De igual manera, en los tres marcos curriculares se observa menor cobertura curricular en *Mechanic* que corresponde en Canadá a 12,2%, en Singapur a 7,9% y en Chile a 2,9%. En particular en Chile no existen objetos asociados a *Chemistry* y a *Nature of Science*. Solo en Canadá coincide en diversas proporciones todos los contenidos de TIMMS. Asimismo, se observa distintos énfasis en los modos de concebir la enseñanza de la Ciencia, por ejemplo, se aprecia que en Canadá el aprendizaje científico está vinculado tanto con la Mecánica como la Tecnología, énfasis que no se encuentran en los otros dos países. En cambio, Chile, ha optado por dar mayor prioridad a Ciencias de la Tierra y a las temáticas ambientales.

El análisis realizado permite vincular los marcos curriculares de los tres países considerando los procesos cognitivos promovidos en cada uno de ellos. En el gráfico 3, se observan los procesos cognitivos de Chile, Singapur y Canadá en función de la taxonomía de Anderson et al. (2001).

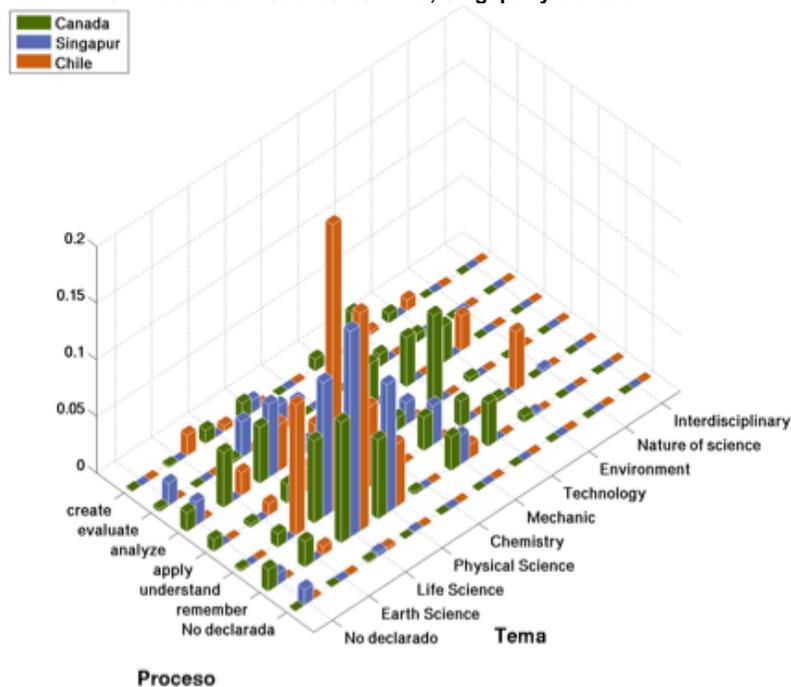
**Gráfico 3:** Procesos cognitivos en Canadá, Singapur y Chile en marcos curriculares



Tanto Canadá (29,4%), Singapur (33,2%) y Chile (26,7%) presentan proporciones semejantes en la inclusión de procesos cognitivos de nivel básico como *remember*. En el nivel siguiente *understand*, Canadá (17,1%) y Singapur (26,2%) muestran porcentajes similares; en cambio, Chile (49,0%) casi duplica a los dos países. En los procesos cognitivos superiores como *apply*, *analyze*, *evaluate* y *create*, en Canadá y Singapur si bien no se aprecia un patrón común entre ellos, presentan una distribución homogénea. Así, Canadá distribuye un 53,3% de su marco curricular en procesos cognitivos superiores, Singapur en un 38,8% y Chile destina un 24,2%.

En el gráfico 4 se observa la distribución de los objetos en función de los temas TIMMS y los procesos cognitivos asociados para Chile, Singapur y Canadá respectivamente.

**Gráfico 4: Procesos cognitivos (Anderson et al. 2001) y Temas TIMSS en marcos curriculares de Chile, Singapur y Canadá**

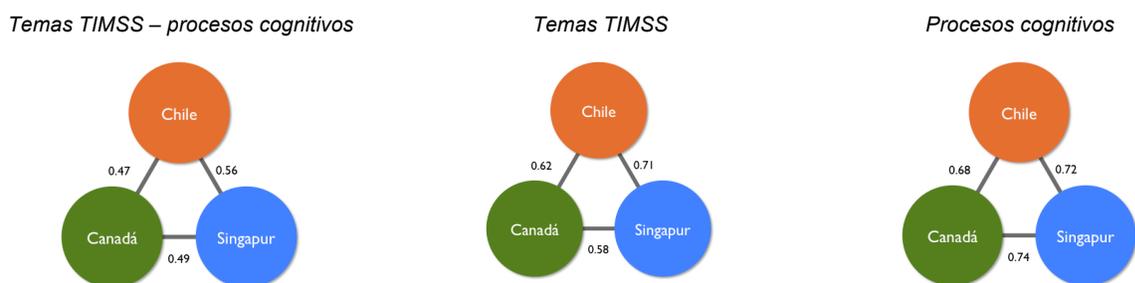


Al comparar los tres países, se observa un aumento gradual en el desarrollo de los procesos cognitivos superiores. El marco curricular chileno se concentra en los procesos cognitivos de *recordar* (27%) y *comprender* (49%) asociado principalmente al contenido *Life Science*. Por su parte, Singapur presenta una distribución homogénea entre *recordar* (33%), *comprender* (26%) y *aplicar* (20%) vinculados con *Life Science* y *Physical Science*. Por último, en Canadá se observa que los procesos cognitivos más desarrollados son *recordar* (29%), *comprender* (17%), *aplicar* (14%), y *analizar* (29%) asociados con *Life Science*, *Physical Science* y *Technology*.

### 6.1.3 ¿Cuál es el grado de coincidencia curricular entre las habilidades y contenidos declarados en los marcos curriculares entre marcos de Chile, Singapur y Canadá?

La figura 5 muestra el índice de coincidencia entre los marcos de los países estudiados considerando los temas TIMSS y los procesos cognitivos según Anderson et al (2001).

**Figura 5: Índice de coincidencia entre marcos curriculares para Chile, Singapur y Canadá**



Los resultados del índice de coincidencia (*temas TIMMS y procesos cognitivos*) señalan que el marco curricular nacional presenta 0,56 con respecto a Singapur y 0.47 en relación con Canadá, de esta manera Chile presenta mayor cantidad de objetos compartidos referidos a contenidos y habilidades cognitivas con Singapur. En particular, con respecto a la cobertura de contenidos TIMMS, el marco curricular chileno presenta mayor coincidencia con Singapur (0.71) que con Canadá (0.62); en tanto que entre Canadá y Singapur existe un índice menor (0.58). Sin embargo, en relación con los procesos cognitivos, se observa que Canadá y Singapur presentan un índice de coincidencia superior (0.74) que con respecto a Chile.

Frente a dos países con resultados exitosos en TIMSS y con diseños curriculares distintos, el marco curricular nacional es próximo en la cobertura de contenidos científicos, pero en cuanto a los procesos cognitivos presenta mayor distancia en relación con Canadá y Singapur.

## 6.2 ¿En qué proporción las oportunidades de aprendizaje de contenidos y habilidades son promovidos en los textos escolares de Chile, Singapur y Canadá?

Los textos escolares, específicamente, las unidades didácticas fueron segmentadas en elementos. Estos fueron definidos operacionalmente como la unidad informativa autónoma constituida por objeto u objetos verbales y/o visuales que cumplen una determinada función didáctica al interior de cada unidad del texto escolar. Para Chile se contabilizaron 1187 elementos en total, para Canadá fueron identificados 3967 elementos y para Singapur 2798 elementos. La distribución de elementos por curso se presenta en la tabla 12.

Para Chile se consideraron los cursos de 1° a 3° año básico, ya los textos escolares de estos niveles educativos fueron diseñados según las Bases Curriculares 2012.

**Tabla 12: Distribución de elementos en textos escolares de Chile, Singapur y Canadá por curso**

Chile	# de elementos	Canadá	# de elementos	Singapur	# de elementos
1° grado	453	1° grado	324	-	-
2° grado	346	2° grado	551	-	-
3° grado	388	3° grado	518	3-4° grado	1316
-	-	4° grado	755	-	-
-	-	5° grado	1033	5-6° grado	1482
-	-	6° grado	786	-	-

En 3° grado, se observa que la cantidad de elementos asociadas a una función didáctica en Chile corresponde a 388, mientras que en Canadá son 518 y en Singapur corresponden a 1316. De esta manera, los textos escolares chilenos presentan menos oportunidades –medidos como elementos- para desarrollar habilidades y contenidos para aprender Ciencias en comparación con Canadá y Singapur.

### 6.2.1 ¿En qué proporción las oportunidades de aprendizaje de contenidos y habilidades son promovidos en los textos escolares de Chile de 1° a 3° básico?

Los elementos de los textos escolares chilenos de 1° a 3° grado proporcionan oportunidades de aprendizaje centradas en el desarrollo de habilidades no declaradas (71,6%), es decir, en habilidades y procesos cognitivos generales, no distintivos del aprendizaje de las Ciencias. Por el contrario, como muestra la tabla 13 las oportunidades para desarrollar habilidades científicas corresponden al 28,4% restante cuya distribución se caracteriza por la presencia minoritaria de habilidades científicas como *clasificar* (5,5%), *comparar* (4,7%) y *observar* (4,3%). En tanto entre las habilidades con escasa o nula representación se destacan *planificar* con 0,4%, *analizar* e *investigar* con 0,2% y *formular preguntas* con 0%.

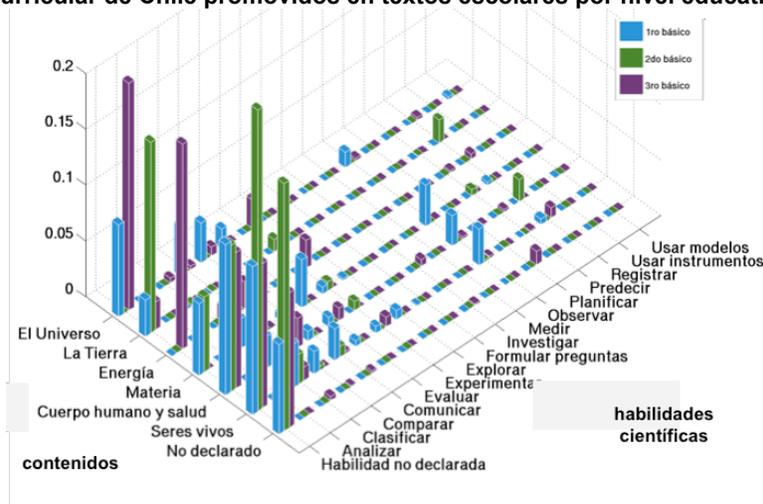
**Tabla 13: Distribución de número de elementos según contenidos y habilidades científicas del marco curricular de Chile promovidos en textos escolares chilenos de 1° a 3° grado**

Habilidad Chile	No declarado	Seres vivos	Cuerpo humano y salud	Materia	Energía	La Tierra	El Universo	%
<i>Habilidad no declarada</i>	14.0	17.8	13.0	4.6	5.4	7.7	9.0	<b>71.6</b>
<i>Analizar</i>	—	—	—	0.1	—	—	0.0	0.2
<i>Clasificar</i>	0.1	2.7	1.2	1.0	0.4	0.0	0.1	<b>5.5</b>
<i>Comparar</i>	0.0	0.9	0.8	0.6	0.7	0.0	1.7	<b>4.7</b>
<i>Comunicar</i>	0.1	1.4	0.4	0.3	—	0.4	1.5	4.0
<i>Evaluar</i>	—	0.2	0.6	1.6	—	—	0.6	3.1
<i>Experimentar</i>	—	0.5	0.3	0.5	0.7	0.4	0.7	3.1
<i>Explorar</i>	—	0.3	—	0.1	—	—	—	0.4
<i>Formular preguntas</i>	—	0.0	—	—	—	—	—	0.0
<i>Investigar</i>	0.0	—	0.2	—	—	—	0.0	0.2
<i>Observar</i>	0.0	1.3	1.0	1.3	—	—	0.6	4.3
<i>Planificar</i>	0.4	0.0	0.0	—	—	—	—	0.4
<i>Predecir</i>	—	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	—	0.4
<i>Registrar</i>	—	0.5	0.7	0.1	0.1	0.7	0.1	2.2
<i>Usar modelos</i>	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1
<b>%</b>	<b>14.6</b>	<b>25.6</b>	<b>18.2</b>	<b>10.3</b>	<b>7.4</b>	<b>9.3</b>	<b>14.6</b>	

Con respecto a los contenidos asociados a los elementos identificados en textos escolares de 1° a 3° grado, los *Seres vivos* representan un 25,6% y *Cuerpo humano y salud* un 18,2%, luego *Universo* con 14,6%. En una proporción equivalente a *Universo* está *No declarado* que corresponde a un elemento que no está asociado a un contenido científico en particular.

El gráfico 5 muestra la distribución de contenidos y habilidades científicas según nivel educativo con el fin de poder observar la lógica de progresión a través de los grados educativos.

**Gráfico 5: Distribución de número de elementos según contenidos y habilidades científicas del marco curricular de Chile promovidos en textos escolares por nivel educativo**



Al comparar los tres niveles educativos, se observa que Chile promueve sistemáticamente el aprendizaje de los contenidos a través de procesos cognitivos generales y no específicos al área científica. Las principales diferencias dicen relación con los contenidos abordados: en 1° grado se promueve el aprendizaje de los contenidos *Cuerpo humano y salud* así como *Seres vivos*, en 2°, *Seres vivos* y *Tierra* y en 3° básico *Universo* y *Energía*. En cuanto a las habilidades científicas, cabe destacar que en 1° grado se promueve el desarrollo de la observación y en cuanto a los otros niveles educativos no se aprecia un patrón claro de enseñanza de habilidades científicas mediante el uso del texto escolar.

Si se compara el resultado del análisis del marco curricular chileno, los textos escolares chilenos examinados presentan una proporción baja de oportunidades para desarrollar las habilidades científicas declaradas en las Bases Curriculares 2012, necesarias para el aprendizaje de las Ciencias. Por otra parte, llama la atención la gran cantidad de elementos que no desarrollan un contenido científico junto a una habilidad no declarada lo que lleva a inferir que se tratan de segmentos de tipo decorativo o de contextualización dentro del texto escolar.

En cuanto a las funciones didácticas asociadas a los elementos de los textos escolares y las habilidades científicas vinculadas a ellas, en la tabla 14 se aprecia, por un lado, que los textos escolares chilenos se distinguen por el predominio de la función didáctica *exponer conceptos* (32,7%), seguido por *evaluar lo comprendido* (25,3%) y *activar o construir conocimientos previos* (16,5%). Por otro lado, las habilidades relacionadas con las funciones didácticas mencionadas no corresponden a las científicas promovidas por el marco curricular, sino que *habilidades no declaradas* de orden general que representan 55,7%. Es decir, los textos escolares chilenos prevalece la *exposición de conceptos* y la *verificación de la comprensión lectora* de los mismos, de esta forma se promueven actividades orientadas a “decir la ciencia”, más que fomentar procesos de indagación sobre fenómenos naturales.

**Tabla 14: Distribución de número de elementos según funciones didácticas y habilidades científicas del marco curricular de Chile promovidos en textos escolares chilenos de 1° a 3° grado**

Función didáctica	HN	AN	CL	CM	CO	EV	EX	EP	FO	IN	OB	PL	PR	RE	US	%
Sin función didáctica	3.1	—	—	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	3.2
Identificar título	7.0	—	0.0	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—	0.1	—	7.2
Formular metas de aprendizaje	1.9	—	0.0	—	—	—	—	—	—	—	0.0	—	—	—	—	1.9
<b>Activar o construir conocimientos previos</b>	<b>8.9</b>	0.0	1.5	1.4	1.0	0.3	—	0.1	0.0	0.0	3.2	—	0.1	—	—	<b>16.5</b>
<b>Exponer conceptos</b>	<b>32.0</b>	—	0.1	0.5	0.1	—	—	—	—	—	—	—	0.0	0.1	—	<b>32.7</b>
<b>Evaluar lo comprendido</b>	<b>14.8</b>	—	2.7	2.2	2.5	2.5	—	—	—	—	0.1	0.2	0.3	—	0.1	<b>25.3</b>
Transferir información	1.1	—	0.4	0.0	0.1	—	—	—	—	—	0.1	0.0	—	—	—	1.6
Enumerar materiales	1.3	—	—	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	1.4
Dar instrucciones	1.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	2.7	0.3	—	—	0.8	0.2	—	1.1	—	7.0
Registrar o representar	0.1	—	0.3	0.2	—	—	—	—	—	—	0.0	—	—	0.8	—	1.5
Hipervincular	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
Sugerir actividades	0.6	—	0.1	—	—	—	0.2	—	—	0.2	—	—	—	—	—	1.1
Prevenir riesgos	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0
<b>%</b>	<b>72.5</b>	0.2	5.3	4.4	3.8	2.9	3.2	0.3	0.0	0.2	4.1	0.4	0.4	2.1	0.1	

**HN:** habilidad no declarada; **AN:** analizar; **CL:** clasificar; **CM:** comparar; **CO:** comunicar; **EV:** evaluar; **EX:** experimentar; **EP:** explorar; **FO:** formular preguntas; **IN:** investigar; **OB:** observar; **PL:** planificar; **PR:** predecir; **RE:** registrar; **US:** usar modelos.

Como lo muestra la tabla 15, desde el punto de vista de los procesos cognitivos asociados las funciones didácticas predominantes en los textos escolares (*exponer conceptos*, *evaluar lo comprendido* y *activar o construir conocimientos previos*), se aprecia que estos se ubican en el nivel inferior de la taxonomía, es decir, en *recordar* y *comprender* (74%).

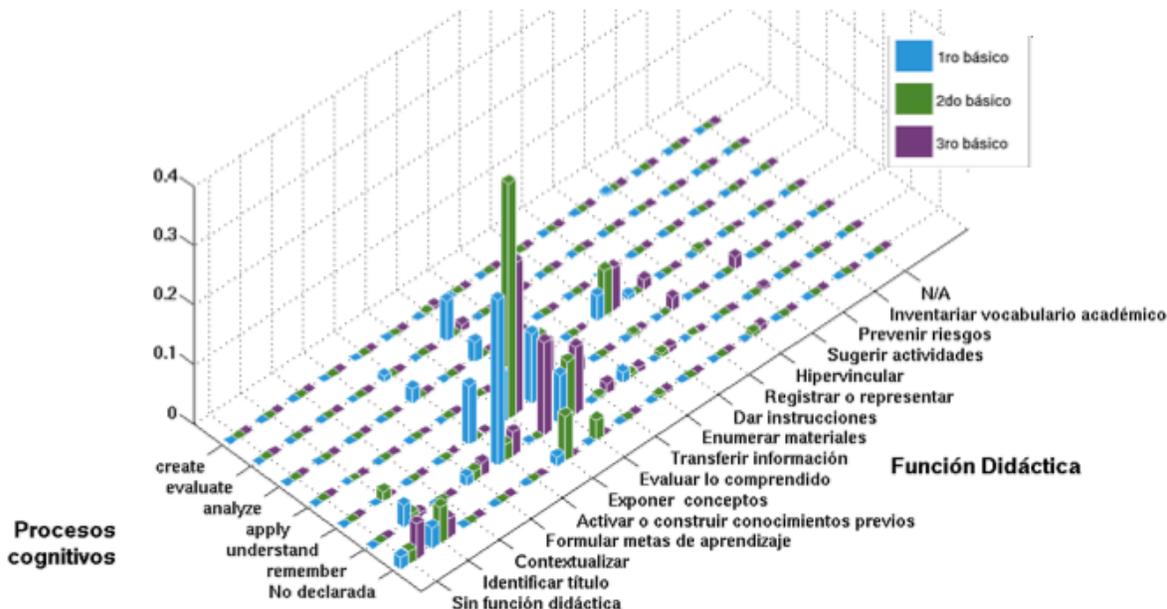
**Tabla 15: Distribución de número de elementos según funciones didácticas y procesos cognitivos (Anderson et al, 2001) promovidos en textos escolares chilenos de 1° a 3° grado**

Función didáctica	No declarada	recordar	comprender	aplicar	analizar	evaluar	crear	%
Sin función didáctica	3.2	—	—	—	—	—	—	3.2
Identificar título	4.4	2.1	0.6	0.1	—	—	—	7.2
Formular metas de aprendizaje	—	1.8	0.1	—	—	—	—	1.9
<b>Activar o construir conocimientos previos</b>	—	<b>11.8</b>	<b>3.6</b>	—	0.8	0.4	0.0	<b>16.5</b>
<b>Exponer conceptos</b>	3.3	<b>4.5</b>	<b>24.9</b>	0.1	—	—	—	<b>32.7</b>
<b>Evaluar lo comprendido</b>	1.2	<b>9.6</b>	<b>10.4</b>	0.1	1.2	2.6	0.2	<b>25.3</b>
Transferir información	—	0.6	0.9	0.0	—	0.0	0.1	1.6
Enumerar materiales	0.3	1.1	—	0.0	—	—	—	1.4
Dar instrucciones	—	0.5	0.3	<b>6.3</b>	—	—	—	<b>7.0</b>
Registrar o representar	—	0.1	0.6	0.7	—	—	—	1.5
Hipervincular	0.5	—	—	—	—	—	—	0.5
Sugerir actividades	—	0.1	0.6	0.3	—	—	0.1	1.1
Prevenir riesgos	0.0	0.0	—	—	—	—	—	0.0
	%	12.9	32.1	41.9	7.6	2.0	3.0	0.5

En efecto, *recordar* representa el 25,9% de las funciones didácticas predominantes, en tanto *comprender* corresponde a 38,9%. Sin embargo, la función didáctica *dar instrucciones* que comprende actividades de indagación sobre fenómenos naturales y relacionada con procesos cognitivos más complejos como *aplicar* (6,3%) solo representa el 7,0%. Nuevamente, se reitera la tendencia a entender el aprendizaje de la Ciencia desde la exposición de conceptos y menos desde procesos y desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior.

El gráfico 6 muestra la distribución de funciones didácticas y procesos cognitivos a través de los tres primeros grados de escolaridad.

**Gráfico 6: Distribución de número de elementos según funciones didácticas y procesos cognitivos (Anderson et al, 2001) promovidos en textos escolares chilenos por nivel educativo**



El análisis comparativo entre niveles educativos muestra que la principal diferencia se encuentra en 1° grado en el que se observa que el aprendizaje de la Ciencias se promueve en el texto escolar mediante la *activación de conocimiento previo* relacionado con los procesos cognitivos *recordar* y *comprender*. En cambio, tanto 2° como 3° grado enfatizan la *exposición de contenidos* y la *evaluación* de los mismos mediante procesos cognitivos de orden inferior (*recordar* y *comprender*). Se podría explicar, probablemente, la diferencia en 1° grado ligada a los procesos de aprendizaje de la lectura de los estudiantes.

En cuanto a la cobertura de los temas TIMMS que fueron identificados en las funciones didácticas, en la tabla 16 prevalecen tres temas: *Earth Science* (24,4%), *Life Science* (41,5%) y *Physical Science* (16,7%) que representan el 82,6% de los contenidos abordados en los libros. En cambio tiene escasa presencia *Environment* (4,4%) y *Nature of Science* (0,6%).

**Tabla 16: Distribución de número de elementos según funciones didácticas y temas TIMSS promovidos en textos escolares chilenos de 1° a 3° grado**

Función didáctica	NC	ES	LS	PS	CH	TE	EN	NS	IN	%
Sin función didáctica	3.0	0.1	—	0.1	—	—	—	—	—	3.2
Identificar título	4.1	0.9	1.3	0.8	—	0.0	0.0	—	—	7.2
Formular metas de aprendizaje	0.4	0.6	0.6	0.3	—	—	0.0	—	—	1.9
<b>Activar o construir conocimientos previos</b>	0.0	<b>3.6</b>	<b>9.4</b>	<b>3.5</b>	—	—	—	—	—	<b>16.5</b>
<b>Exponer conceptos</b>	3.3	<b>7.7</b>	<b>14.6</b>	<b>3.6</b>	—	0.2	<b>2.8</b>	0.5	—	<b>32.7</b>
<b>Evaluar lo comprendido</b>	1.2	<b>7.9</b>	<b>9.8</b>	<b>5.5</b>	—	—	<b>0.7</b>	—	0.0	<b>25.3</b>
Transferir información	—	0.2	0.6	0.1	—	0.0	0.7	—	—	1.6
Enumerar materiales	—	0.3	0.8	0.3	—	—	—	—	—	1.4
Dar instrucciones	—	2.3	3.3	1.2	0.0	—	0.2	—	—	7.0
Registrar o representar	—	0.4	0.5	0.6	—	—	—	—	—	1.5
Hipervincular	—	0.1	0.3	0.1	—	—	—	—	—	0.5
Sugerir actividades	—	0.1	0.4	0.4	—	—	0.0	0.1	0.1	1.1
Prevenir riesgos	—	0.0	—	0.0	—	—	—	—	—	0.0
<b>%</b>	<b>12.0</b>	<b>24.4</b>	<b>41.5</b>	<b>16.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>4.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.1</b>	

**NC:** no declarado; **ES:** Earth Science; **LS:** Life Science; **PS:** Physical Science; **CH:** Chemistry; **TE:** Technology; **EN:** Environment; **NS:** Nature of Science; **IN:** Interdisciplinary

Con respecto a la cobertura de los temas TIMMS de las funciones didácticas predominantes (*exponer conceptos, evaluar lo comprendido y activar o construir conocimientos previos*) en los textos escolares chilenos, en la tabla 16 se destaca el predominio de tres temas: *Earth Science* (19,2%), *Life Science* (33,8%) y *Physical Science* (12,2%), que representan el 65,2% de los temas tratados en los textos escolares chilenos. En consecuencia, el perfil de cobertura de los textos escolares con respecto a los temas TIMMS es desbalanceado al concentrarse excesivamente en pocos temas en desmedro de otros, que reciben mínima cobertura.

Con respecto a los procesos cognitivos en función de los temas TIMMS que aparecen en los textos escolares, en la tabla 17 se advierte que prevalecen nuevamente procesos cognitivos de orden inferior como *recordar* (32,1%) y *comprender* (41,9%), mientras que aquellos de orden superior están en un proporción considerablemente menor tales como *aplicar* (7,6%), *analizar* (2,0%) y *evaluar* (3,0).

**Tabla 17: Distribución de número de elementos según procesos cognitivos y temas TIMSS promovidos en textos escolares chilenos de 1° a 3° grado**

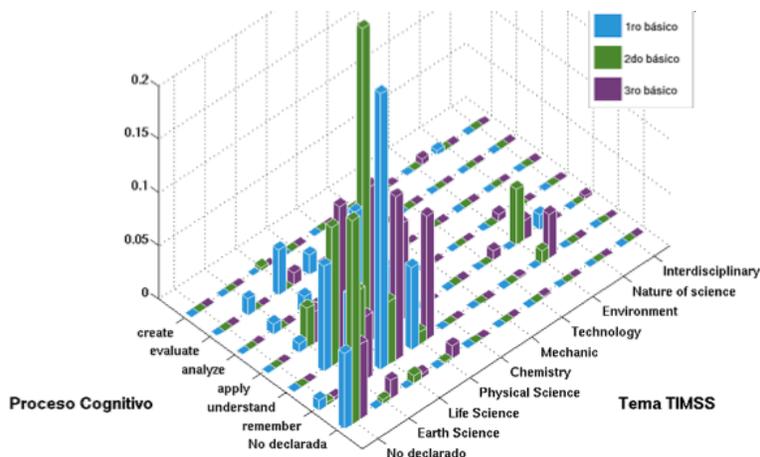
Dimensión procesos cognitivo	NC	ES	LS	PS	CH	TE	EN	NS	IN	%
<i>No declarada</i>	11.5	0.6	0.4	0.4	—	0.0	—	—	—	12.9
<b><i>recordar</i></b>	0.5	<b>8.0</b>	<b>15.5</b>	<b>6.4</b>	—	0.0	1.6	—	—	<b>32.1</b>
<b><i>comprender</i></b>	—	<b>12.3</b>	<b>19.7</b>	<b>6.6</b>	—	0.2	2.4	0.5	0.1	<b>41.9</b>
<i>aplicar</i>	—	2.5	3.3	1.5	0.0	—	0.2	—	—	<b>7.6</b>
<i>analizar</i>	—	0.3	0.6	1.1	—	—	—	—	—	2.0
<i>evaluar</i>	—	0.5	1.8	0.7	—	—	—	—	—	3.0
<i>crear</i>	—	—	0.2	—	—	—	0.2	0.1	—	<b>0.5</b>
%	12.0	<b>24.4</b>	<b>41.5</b>	<b>16.7</b>	0.0	0.3	4.4	0.6	0.1	

**NC:** no declarado; **ES:** Earth Science; **LS:** Life Science; **PS:** Physical Science; **CH:** Chemistry; **TE:** Technology; **EN:** Environment; **NS:** Nature of Science; **IN:** Interdisciplinary

De igual modo, los temas TIMSS que tienen mayor representatividad son abordados desde procesos cognitivos más simples en los textos chilenos. Así en *Earth Science* se promueve el desarrollo habilidades cognitivas centradas en *recordar* (8,0%) y *comprender* (12,3%) información, en tanto con *Life Science* (*recordar* 15,5% y *comprender* 19,7%), como con *Physical Science* (*recordar* 6,4% y *comprender* 6,6%) se repite esta tendencia.

El gráfico 7 muestra la distribución de elementos considerando procesos cognitivos y temas TIMSS promovidos por los textos escolares desagregados por nivel educativo.

**Gráfico 7: Distribución de número de elementos según procesos cognitivos y temas TIMSS promovidos en textos escolares chilenos por nivel educativo**

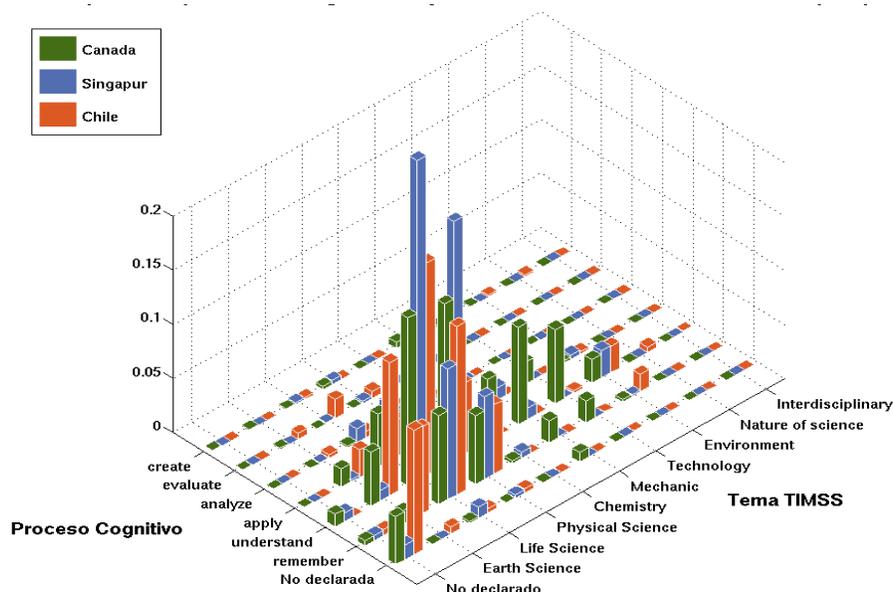


Al comparar por niveles educativos, se observa que tanto en 1° como en 2° grado se promueve el aprendizaje de los contenidos de *Life Science* a través del proceso *recordar*; en cambio, *Earth Science* está más ligado al proceso *comprender*. En cambio, es en 3° grado es donde se promueve más fuertemente los contenidos de *Physical Science* también a través del proceso cognitivo *recordar*.

## 6.2.2 ¿En qué proporción las oportunidades de aprendizaje de contenidos y habilidades son promovidos en los textos escolares de Chile, Singapur y Canadá?

Los elementos analizados de los textos escolares de Chile (1° a 3°), Singapur (3-4 y 5-6) y Canadá (1° a 6°) de acuerdo a los procesos cognitivos (Anderson et al, 2001) permiten identificar las habilidades predominantes y sus diferencias. En Chile, se aprecia en el gráfico 8 que prevalece el desarrollo de procesos que buscan la retención (*remember*) y comprensión de conceptos científicos (*understand*) y de forma equivalente las *habilidades no declaradas*, que incluyen procesos cognitivos generales que no son específicos del dominio de las Ciencias. Se advierte también escasa presencia de habilidades vinculadas a la aplicación (*apply*), análisis (*analyze*) evaluación (*evaluate*). Si bien en los textos escolares de Singapur, los procesos cognitivos se concentran al igual que Chile en *recordar* y *comprender*, se diferencia por la presencia de habilidades asociada a *aplicar*. Ello supone proporcionar más oportunidades de aprendizajes relacionadas con el uso de los conceptos científicos en actividades.

Gráfico 8: Proporción de procesos cognitivos y temas TIMMS en textos escolares de Chile, Singapur y Canadá



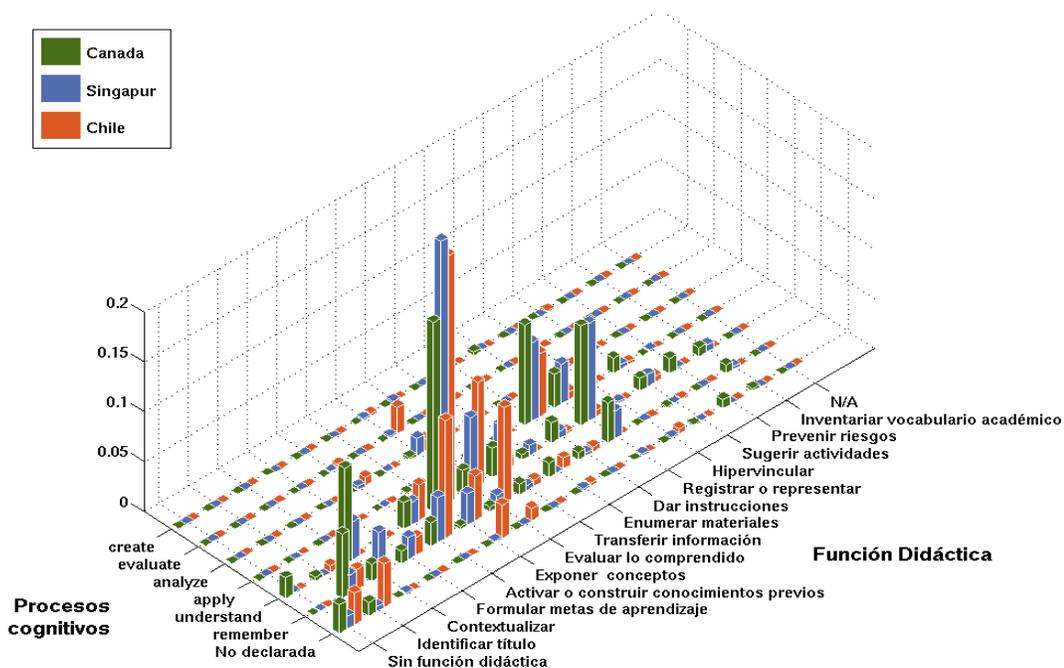
En Canadá se reitera la tendencia apreciada en Singapur a conceder relevancia semejante a los procesos cognitivos que apuntan a desarrollar habilidades relacionadas con *recordar*, *comprender* y *aplicar*. De esta forma, en Singapur y Canadá, el aprendizaje de las Ciencias promovidas en los textos escolares apuntan tanto a conocer conceptos científicos, como a utilizarlos; en cambio, los textos chilenos confieren mayor importancia a comprender los conceptos científicos.

En relación con los Temas TIMSS promovidos por los elementos identificados en los textos escolares, Chile, Canadá y Singapur presentan una distribución semejante al concentrarse los tres países en las Ciencias de la Vida (*Life Science*), en las Ciencias Físicas (*Physical Science*) y en Ciencias de la Tierra (*Earth Science*). Sin embargo, la presencia de Tecnología (*Technology*) y Mecánica (*Mechanic*) constituye un aspecto distintivo para Canadá, puesto que en Chile este tema está ausente y Singapur lo aborda de manera escasa. En

consecuencia, la distribución de los temas TIMSS que presentan los textos escolares de los tres países es semejante; sin embargo, las diferencias más importantes radicarían en los procesos cognitivos asociados a estos temas TIMSS.

En el gráfico 9, las funciones didácticas que prevalecen en Chile (*exponer conceptos, evaluar lo comprendido y transferir información*) están asociadas a procesos cognitivos de que enfatizan la identificación y recuperación de los conceptos científicos, junto a la comprensión de los mismos. Es relevante señalar que la función didáctica transferir información es una de las pocas que en Chile está vinculada a un proceso cognitivo más complejo (*apply*) que consiste en llevar a cabo un procedimiento. A ello se suma, la escasa presencia de habilidades vinculadas al análisis en los textos chilenos en la función didáctica *evaluar lo comprendido*.

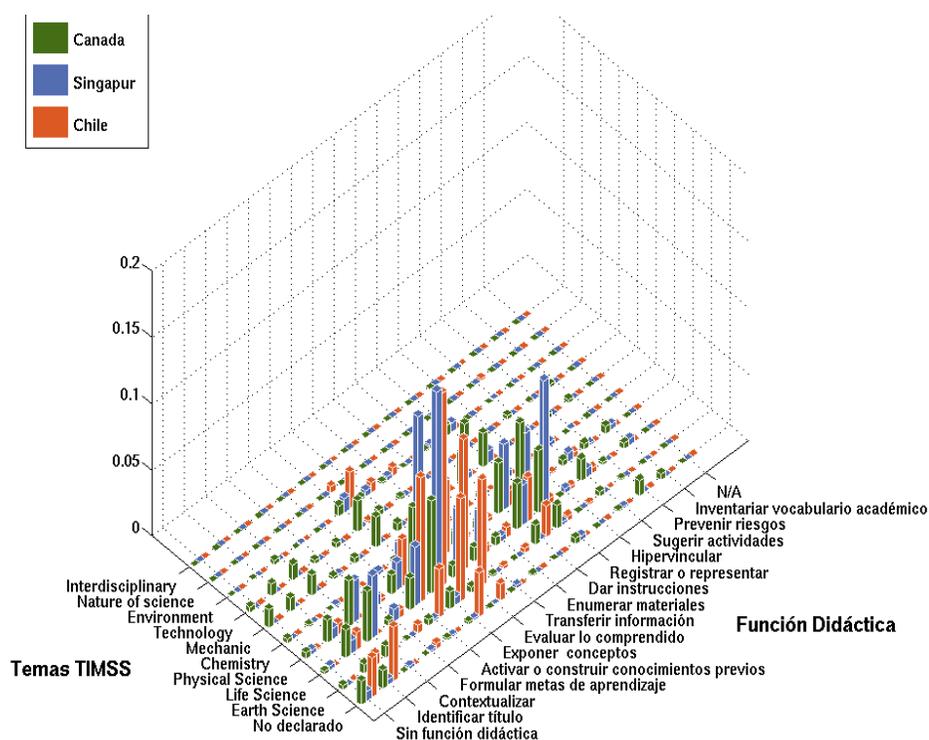
**Gráfico 9: Proporción de procesos cognitivos y función didáctica textos escolares de Chile, Singapur y Canadá**



Aun cuando Singapur y Canadá comparten con Chile procesos cognitivos orientados a la *identificación y comprensión de conceptos* en relación con las funciones didácticas *exponer conceptos, evaluar lo comprendido y transferir información*, su proporción es menor. También, se constata ambos países tienen mayor presencia con respecto a Chile en la función didáctica *registrar o representar*.

En el gráfico 10, la función didáctica *activar o construir conocimiento previo* en Chile, Singapur y Canadá se concentra en tres temas TIMSS (*Earth Science, Life Science y Physical Science*). Por el contrario, la función *registrar o representar* en Canadá y Singapur cubre seis temas de los nueve TIMSS, en tanto en Chile esta función sobre está vinculada un tema TIMSS (*Earth Science*).

**Gráfico 10: Proporción de Temas TIMSS y función didáctica textos escolares de Chile, Singapur y Canadá**



### 6.2.3 ¿Cuál es el grado de coherencia curricular entre contenidos y habilidades en Ciencias promovidos por los textos escolares en relación con lo declarado por el marco curricular de cada país?

La tabla 18 muestra el índice de coherencia curricular entre los textos escolares de cada país analizado y lo declarado por sus respectivos marcos curriculares para el aprendizaje de las Ciencias. El índice se calculó de tres formas diferentes: una utilizando solamente la dimensión de cobertura curricular (contenidos) para comparar el texto escolar en relación al marco curricular, otra donde se considera solamente la promoción de habilidades científicas declaradas por los países en ambos y por último, una tercera donde se considera como el marco y el texto promueven para cada contenido las habilidades declaradas.

**Tabla 18: Índice de coherencia curricular entre textos escolares de primaria de Chile, Singapur y Canadá y sus respectivos marcos curriculares**

	Chile	Singapur	Canadá
Contenido del país	0.726	0.848	0.925
Habilidades científicas del país	0.329	0.151	0.535
Contenido país y habilidades país	0.246	0.106	0.509

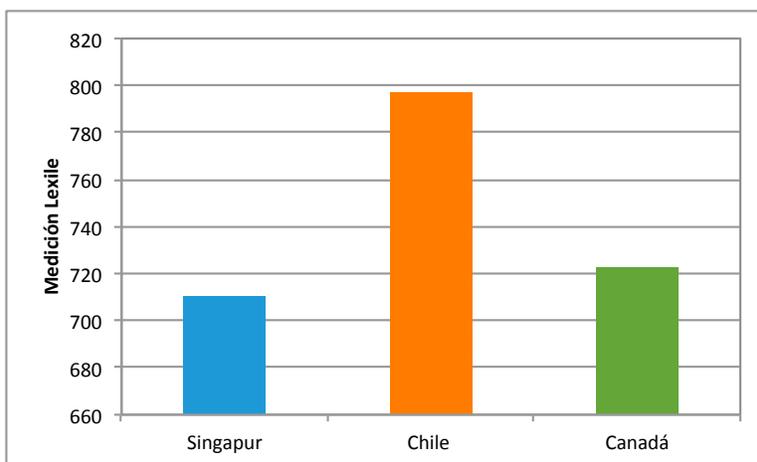
El primer índice, que mide la coherencia curricular entre los contenidos declarados en el marco curricular de cada país con los contenidos presentes en los textos analizados de los países, muestra que la cobertura curricular de los textos en Chile (0.726) está por debajo de Singapur (0.848) y Canadá (0.925). El siguiente índice, que incluye solamente las habilidades científicas declaradas por país, indica que Singapur (0.151) posee una baja coherencia entre lo declarado en el marco curricular con lo promovido en el texto; seguido por Chile (0.151) y luego por Canadá (0.535). Los valores de este índice son bastante bajos en relación con obtenidos en la cobertura curricular. De esta manera, se demuestra que los textos analizados de los tres países

promueven la cobertura curricular por sobre el desarrollo de habilidades científicas. Por último, el índice se reduce aún más cuando se considera simultáneamente el contenido y habilidad; Canadá lidera con un 0.509, seguido por Chile con 0.246 y Singapur con 0.106. La reducción del índice al considerar ambas dimensiones ya se había detectado cuando se calculó el índice de coherencia entre países. Esta característica se debe principalmente al considerar más de una dimensión, pues el número de categorías aumenta y con ello, la probabilidad de encontrar objetos en cada una de las categorías se reduce. Sin embargo, también es posible interpretar esta reducción de los índices al considerar las habilidades, ya sea por sí mismas o combinadas con los contenidos, como un indicador de que los textos escolares –en cuanto artefacto– podrían presentar limitaciones para fomentar el desarrollo de habilidades científicas ligadas al tipo de soporte y organización de la información. Otra interpretación podría estar vinculada más bien al proceso de producción de los textos y a la no incorporación explícita del desarrollo de habilidades científicas en los textos escolares. Un análisis posterior realizado en base a estos resultados demostró que la baja coherencia de los textos con respecto a las habilidades declaradas de Singapur y Chile se debía a que alrededor de un 70% del texto en esos países tiene asociada la categoría “Habilidad no declarada”, mayoritariamente anclada a la función didáctica “Exponer conceptos”, revelando que el texto escolar es utilizado principalmente como transmisor de información más que como un elemento para desarrollar habilidades, argumento que podría apoyar la primera interpretación sobre los límites del soporte texto.

### 6.3 ¿Cuál es la complejidad lingüística y la demanda de lectura en la exposición de conceptos presente en en los segmentos de exposición de conceptos de los textos de 3° grado de Chile, Singapur y Canadá?

Para determinar la dificultad de los textos que exponen conceptos en libros escolares de 3° grado de Singapur, Chile y Canadá se usaron las medidas automáticas de LEXILE® Analyzer. Se calculó la medida LEXILE pues determina la demanda de lectura considerando la dificultad semántica (*logaritmo de frecuencia de palabra*) y la complejidad sintáctica (*extensión de la oración*). El gráfico 11 muestra las mediciones de LEXILE obtenidas para los elementos “exponer conceptos” por país.

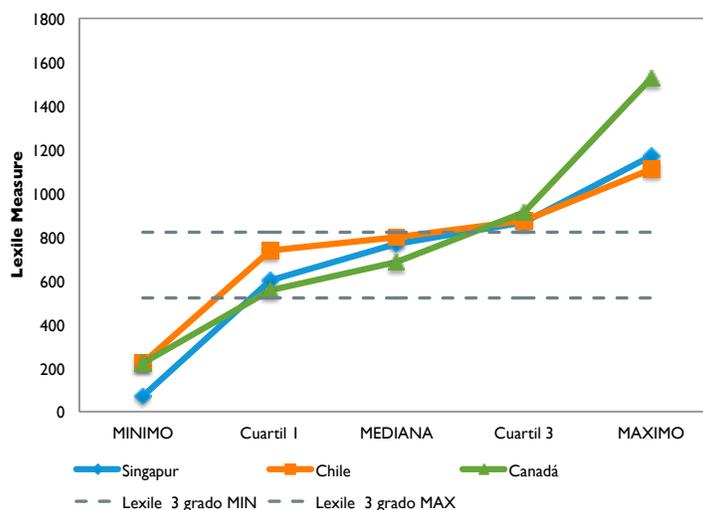
Gráfico 11: Promedio LEXILE “exponer conceptos” en textos Singapur, Chile y Canadá



Como se puede observar los textos que exponen conceptos en Chile presentan una dificultad promedio mayor (797.05L; SD 185.75) que los de Canadá (723.15L, SD 312.02) y Singapur (710.54L, SD 296.84), cuyas demandas de lectura son más bien similares. En el

gráfico 12, se analizan los cuartiles de distribución de los textos medidos considerando además el rango Lexile esperable para 3° grado (520L-820L).

**Gráfico 12: Cuartiles de distribución LEXILE en “exponer conceptos” por país**



En el gráfico 12, se observa que 50% de los textos que exponen conceptos en Chile tienen una dificultad de lectura mayor (735L-800L-875L) que Singapur (600L-770L-870L) y Canadá (552L-685L-915L). En efecto, 75% de los textos chilenos se concentran en la parte superior del rango LEXILE esperado para el grado educativo medido (520L-820L). En cambio, 50% de los textos de Singapur y Canadá se distribuyen más homogéneamente según lo esperable para 3° grado.

Por otra parte, los textos de Singapur son aquellos que presentan una demanda de lectura inicial más baja (70L) aumentando su complejidad de tal manera que en el cuartil 2 alcanzan una dificultad un poco mayor a la de Canadá (Singapur 600L, Canadá 552L) y van aumentando progresivamente la dificultad hasta llegar a textos de una complejidad mayor a lo esperado para el grado educativo medido (1170L). En el caso de Canadá se observa que la dificultad de los textos progresa de manera sostenida llegando a textos con la mayor demanda de lectura encontrados en el subcorpus de análisis (1530L). Dos consideraciones pueden hacerse al respecto: 1) la medida LEXILE opera a nivel de oración y no a nivel de texto por el tipo de criterios establecidos para determinar la demanda de lectura (vocabulario y complejidad sintáctica) y 2) oportunidad de aprendizaje de exponer a los estudiantes a textos de complejidad lingüística creciente a lo largo de una unidad didáctica y de un texto escolar.

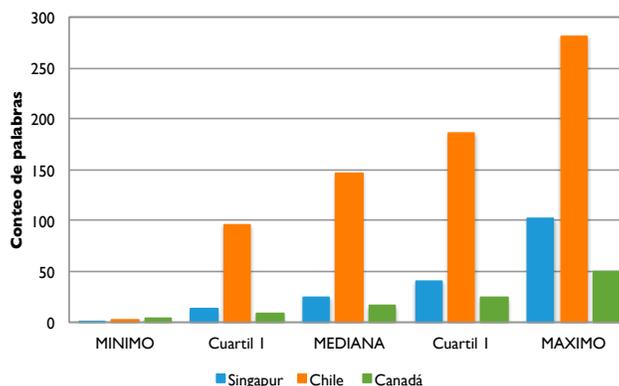
También se calculó la extensión de las oraciones, la frecuencia de palabra (*vocabulario*) y la cantidad total de palabras promedio de los elementos medidos como lo muestra la tabla 19.

**Tabla 19: EXTENSIÓN DE ORACIÓN, LOG FRECUENCIA DE PALABRA y CONTEO DE PALABRAS en “exponer conceptos” en textos Singapur, Chile y Canadá**

	Singapur		Chile		Canadá	
	Promedio	SD	Promedio	SD	Promedio	SD
Extensión de la oración <i>Mean Sentence Length</i>	10.69	4.35	13.46	3.71	11.88	7.28
Logaritmo de la frecuencia de palabra <i>Mean Log Word Frequency</i>	3.41	0.71	4.65	0.27	3.35	0.38
Conteo de palabras <i>Word Count</i>	29.05	21.47	144.67	67.12	18.97	12.09

Como se puede observar, en promedio la extensión de oraciones entre los tres países no es muy diferente siendo los textos chilenos los que presentan oraciones más largas (13.46) y con la desviación estándar menor (3.71). En cambio, Canadá presenta la desviación estándar mayor (7.28) lo que quiere decir que en la muestra se encontraron oraciones que van desde 4 palabras a 36 palabras. Tampoco la diferencia en la frecuencia de palabras es demasiado alta entre los tres países en estudio. Se puede destacar que Chile presenta la frecuencia promedio de palabras más alta 4.65 con una desviación estándar de 0.27. En cambio, Singapur presenta la desviación estándar más grande mostrando mayor variabilidad en las palabras que aparecen en los textos que exponen conceptos. Por último, la medición del conteo de palabras es la que presenta mayor diferencia entre países siendo Chile el que presenta textos de mayor extensión (144.67 palabras, SD 67.12) mientras Singapur y Canadá utilizan textos breves para la exposición de conceptos (Singapur, 29.05, SD 21.47 y Canadá, 18.97, SD 12.09).

**Gráfico 13: Cuartiles de distribución CONTEO DE PALABRAS en "exponer conceptos" por país**



El gráfico 13 muestra la distribución de la extensión de los textos en cuartiles. Se puede observar que 75% de los textos chilenos para exponer conceptos analizados se distribuyen entre las 96 y las 281 palabras, mientras los textos de Singapur van de las 13 a las 102 palabras y los de Canadá entre las 9.5 y las 50 palabras. Lo anterior lleva a preguntarse sobre el uso del código visual para la exposición de conceptos y la intersemiosis de las imágenes con el código verbal para la construcción del conocimiento científico en los textos extranjeros analizados. Por otra parte, dada la extensión de los textos en relación con el nivel educativo al que corresponden surgen preguntas relativas a la complejidad textual de los mismos considerando los referentes y los tipos de relaciones establecidas entre estos para la exposición de los conceptos científicos.

### 6.3.1 ¿Cuántos referentes se introducen en los segmentos de exposición de conceptos de los textos de 3° grado de Chile, Singapur y Canadá y qué tipo de relaciones establecen entre sí?

Para determinar la demanda de lectura vinculada a la comprensión lectora de los contenidos se realizó el análisis de tres textos de temática similar correspondientes a 3° grado. Se determinaron la cantidad y relación de los referentes (nombres y grupos nominales) en los elementos seleccionados de los tres países, independientemente de su posición en el sujeto o predicado de las oraciones, empleando 4 códigos: (0) indica que no existe conexión entre los referentes, (1) se emplea para indicar la repetición exacta entre referentes, el (2) señala el uso de sustitución léxica, (3) para indicar la sustitución gramatical, el (4) corresponde a la sustitución mediante nominalización. Finalmente, (99) corresponde a la aparición del referente por primera vez.

En Singapur, de acuerdo a la figura 6, predomina el uso de sustitución léxica (2) para conectar 5 referentes en segmentos descriptivos relacionados con el crecimiento de las plantas a través del caso del tomate.

**Figura 6 Análisis de co referencia “Life cycle of tomato plant”, texto Singapur, 3° grado**

SEGMENTO TEXTUAL	life cycle of tomato plant	plants	seeds	air	water	warmth
Life cycle of a tomato plant	99	2	2	2	2	2
Most plants grow from seeds.	2	99	99	0	0	0
Seeds need air, water and warmth before they can start to grow.	2	2	1	99	99	99

Al contrario, en Chile la exposición de conceptos sobre la polinización se caracteriza por el predominio de la falta de relación entre los referentes, señalado por el código (0). En la figura 7, se introducen 15 referente (99), pero que mantienen entre sí pocos nexos cohesivos. También se observa el uso sustituciones léxicas (2) basadas en relaciones semánticas y las nominalizaciones (4) que dan cuenta del empaquetamiento de la información para construir significados más abstractos.

**Figura 7: Análisis de co referencia “La polinización y formación de semilla”, texto Chile, 3° grado**

SEGMENTO TEXTUAL	polinización	formación de semilla	semilla	traspaso de granos de polen	antera	ovario	transferencia de polen	viento	agua	seres vivos	transporte de polen	agentes polinizadores	abejas	picafleres	murciélagos vegetarianos
La polinización y formación de la semilla	99	99	2	2	0	0	2	0	0	0	2	4	0	0	0
Para que se produzca una semilla debe haber traspaso de granos de polen, desde la antera, parte masculina de la flor, al ovario, parte femenina de otra flor.	2	2	99	99	99	99	2	0	0	0	2	4	0	0	0
A esta transferencia de polen se llama polinización.	1	0	0	2	0	0	99	0	0	0	2	4	0	0	0
El viento, el agua o algunos seres vivos facilitan el transporte del polen de una flor a otra	2	0	0	2	0	0	2	99	99	99	99	4	0	0	0
y a ellos se les llama agentes polinizadores.	4	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	99	0	0	0
Algunos seres vivos que contribuyen en la polinización son: abejas, picafleres o murciélagos vegetarianos.	1	0	0	2	0	0	2	0	0	1	2	4	99	99	99

En cambio, en la figura 8 se advierte que en Canadá el mismo tema, polinización, preferentemente está conectado mediante sustitución léxica (2), en tanto que los referentes no conectados (0) están anteceditos o precedidos por referentes conectados. En cuanto a la nominalización (4), esta aparece dos veces y funciona para cerrar la descripción de un proceso natural.

**Figura 8: Análisis co referencia “Pollination and production of seeds”, texto Canadá, 3° grado**

SEGMENTO TEXTUAL	flowering plants	structure	male part (the stamen)	female part (the pistil)	pollen	the same or different plant	pollination	this process	production of seeds
Many flowering plants have the same structures.	99	99	2	2	0	2	2	2	2
There is a male part (the stamen) and a female part (the pistil).	0	2	99	99	0	2	2	2	2
The male part produces the pollen which is transferred from the stamen to the pistil of the same or a different plant.	2	2	1	1	99	99	4	2	2
This is called pollination.	2	0	0	0	4	0	99	2	2
This process will start the production of seeds.	2	2	2	2	2	2	2	99	99

En la tabla 20 se compara la cantidad y tipo de relación cohesiva entre los referentes de los textos seleccionados de Chile, Canadá y Singapur. Los tres textos representan la extensión promedio de sus respectivos países.

**Tabla 20: Densidad referencial en los textos analizados cualitativamente**

	Singapur	Chile	Canadá
Proporción de total de referentes en el total de cláusulas	1.4	3.16	2.8
Promedio de número de cláusulas en que aparece un referente	2.5	2.8	<b>4.3</b>
Número MÍNIMO de cláusulas en que aparece un referente	2	<b>1</b>	4
Número MÁXIMO de cláusulas en que aparece un referente	3	<b>6</b>	5
Proporción 0 por cláusula (sin solapamiento)	25%	<b>63%</b>	19%
Proporción 1 por cláusula (repetición exacta)	8%	4%	6%
Proporción 2 por cláusula (sustitución léxica)	<b>67%</b>	21%	<b>69%</b>
Proporción 3 por cláusula (sustitución gramatical)	0%	4%	0%
Proporción 4 por cláusula (nominalización)	0%	8%	6%

Con respecto al promedio de número de cláusulas en que aparece un referente en los textos, Chile (2,8) y Singapur (2,5) tiene cifras semejantes, en cambio los textos de Canadá (4,3) mantienen un mismo referente a través de un número mayor de cláusulas. Al observar con mayor detalle las diferencias entre Chile y Singapur, se advierte que Chile presenta una distancia mayor entre el número mínimo y máximo de cláusulas a través de las cuales se repite un referente (1:6); en cambio, Singapur presenta una distancia menor (2:3) mostrando que los conceptos están más conectados entre sí. Al respecto, los recursos predominantes para establecer la correferencia en Singapur (67%) corresponden a la sustitución léxica al igual que en Canadá (69%); sin embargo, en Chile prevalece la ausencia de conexión (63%).

En términos generales, los textos chilenos presentan niveles de cohesión referencial menor que los Singapur y Canadá; especialmente relevante es la proporción de referentes que aparecen una vez y que no mantiene una relación con la información precedente o posterior. De esta manera, en términos de la demanda de lectura estos textos significan un esfuerzo de comprensión mayor, ya que es estudiante debe destinar recursos cognitivos para determinar y mantener la correferencia y a la vez comprender el significado de los referentes nuevos sobre los fenómenos naturales.

## 7. CONCLUSIONES

Este estudio buscaba determinar las oportunidades de aprendizaje de los contenidos, de las habilidades en Ciencias y el lenguaje académico promovidos en textos escolares de Chile, Singapur y Canadá, con el fin de obtener el grado de coherencia entre los textos escolares y sus respectivos marcos curriculares. Para ello se generaron dos corpus: uno con los marcos curriculares de cada país y otro con los textos escolares aprobados por los respectivos ministerios de Educación. Luego se caracterizó las oportunidades de aprendizaje de los contenidos y habilidades en cada marco y se determinó la proporción de coincidencia de estas oportunidades a través de los marcos. Asimismo, se caracterizaron las oportunidades de aprendizaje de los contenidos y las habilidades en los textos seleccionados y se determinó cuán coherentes eran esas oportunidades con respecto a lo declarado por sus marcos curriculares respectivos. Por último, se hizo un análisis del lenguaje académico promovido en los textos seleccionados para finalmente comparar el lenguaje académico utilizado por cada país para promover el aprendizaje de las Ciencias.

Del análisis sobre las oportunidades de aprendizaje declaradas por los marcos curriculares en el área de Ciencias, se concluye que en Chile (para el nivel primario de 1° a 6°

grado) se promueve sobre todo el aprendizaje de los contenidos del eje *Ciencias de la Vida* (50,1%), y dentro de este eje, mayoritariamente el contenido *Seres Vivos* (32.7%) siendo menos abordados los contenidos referidos al eje de *Ciencias de la Tierra y el Universo* (25.0%) y el eje *Ciencias Físicas y Químicas* (23.4%). Por lo tanto, la enseñanza de la Ciencias en Chile se concentra en los contenidos pertenecientes a la biología en los niveles iniciales. Al realizar el análisis desagregado por nivel educativo no se reconoció un patrón de progresión o de distribución definido de los contenidos a lo largo de la enseñanza básica. Solo se pudo observar con mayor claridad que el contenido referido a los *Seres vivos* es cubierto en los niveles iniciales para ir disminuyendo hacia 6° básico. Por otra parte, 5° básico presenta un aumento de los contenidos por ser abordados y 6° básico es el nivel que presenta una distribución más homogénea de los contenidos del marco curricular de Ciencias. Relevante sería poder determinar una lógica de progresión coherente con el nivel de desarrollo de los estudiantes y con los modos de aprendizajes distintivos de las Ciencias.

En cuanto a las habilidades científicas promovidas por el marco curricular chileno, *comunicar* es la habilidad que se declara con mayor frecuencia para la educación básica (27.8%) seguida por *observar* (15.2%); en cambio, la menos promovida es *predecir* (0.6%). Llama la atención que se favorezca sobre todo la habilidad de comunicar la ciencias más que aquellos procesos clave para el razonamiento científico (*explorar, experimentar, predecir, registrar*, entre otras). En efecto, el marco curricular define la habilidad de *comunicar* como una habilidad para transmitir información usando distintas modalidades de comunicación (oral o escrita) así como distintos tipos de modos semióticos (visual o verbal) y tipos de soportes, habilidad que también podría ser encontrada en otras áreas curriculares.

El análisis contrastivo con las oportunidades de aprendizaje promovidas por Singapur y Canadá muestra que el aprendizaje de las Ciencias se focaliza sobre todo en *Life Science*, con un 26 y un 48% respectivamente, al igual que Chile con un 51.4%. En cambio, *Physical Science* presenta mayor presencia en Singapur (35%) que en Chile y Canadá, mientras que Canadá, por su parte, enfatiza el aprendizaje no solo de *Physical Science* (18%), sino también de *Mechanic* (12.2%) y *Technology* (22.6%). Por lo tanto, subyace una visión de la Ciencia y de su enseñanza diferente en cada país, cuestión que abre nuevas interrogantes sobre las relaciones entre los modos de concebir la Ciencia en relación con las necesidades específicas de los países y su relación con las demandas de una sociedad globalizada y las ideologías imperantes así como los modos específicos en que los estudiantes aprenden Ciencias.

Por lo que se refiere a los procesos cognitivos promovidos para el aprendizaje de las Ciencias, los tres países cimientan el desarrollo de los conceptos científicos desde el *recordar* (Canadá, 29.4%, Singapur, 33.2% y Chile, 26.7%); sin embargo, Canadá y Singapur muestran una distribución homogénea de procesos superiores promoviendo habilidades intermedias para llegar a procesos más complejos tales como *aplicar* (Canadá, 14.1%; Singapur 20.3%) y *analizar* (Canadá, 28.6%; Singapur, 9.4%). En cambio, Chile se concentra en los procesos cognitivos inferiores (*recordar*, 26.7% y *comprender* 49%) destinándose solo 24.3% de las oportunidades de aprendizaje para procesos cognitivos más complejos.

El índice de coincidencia entre marcos muestra que Chile presenta mayor semejanza con Singapur (0.56) que con Canadá (0.47) al considerar las dimensiones temas TIMSS y procesos cognitivos. Sin embargo, al calcular el índice considerando solo una de esas dimensiones, se observa que la mayor coincidencia se da en torno a la cobertura curricular, puesto que Chile y Singapur poseen un índice de 0.71, mientras, Singapur y Canadá presentan una cobertura curricular común menor (0.58). En cambio, al considerar los procesos cognitivos llama la atención no solo la gran coincidencia entre Chile y Singapur (0.72) sino sobre todo entre

Canadá y Singapur (0.74) relacionada con la mayor promoción de procesos cognitivos de orden más complejo en ambos países lo que lleva a reflexionar sobre cómo estos países con resultados destacados en TIMSS promueven no tanto los mismos contenidos científicos sino más bien procesos cognitivos clave para el desarrollo del pensamiento científico.

Del análisis de los textos escolares, se concluye que Chile cubre en sus textos escolares de 1° a 3° grado los contenidos correspondientes a *Ciencias de la Vida*, especialmente, *Seres vivos* (25.6%) y *Cuerpo humano y salud* (18.2%) siendo el menos cubierto *Energía* (7.4%). Llama la atención la gran cantidad de elementos que no desarrollan ningún contenido ni ninguna habilidad declarada (14%); dichos segmentos corresponden a elementos decorativos o de contextualización que podrían convertirse en oportunidades de aprendizaje relevantes para los estudiantes. Los contenidos cubiertos por los textos coinciden en gran parte con los declarados por el marco curricular; sin embargo, gran diferencia se advierte con respecto a las habilidades. Los textos escolares promueven sobre todo habilidades cognitivas generales no declaradas en los marcos curriculares (71.6%) y solo 28,4% de los elementos ofrecen oportunidades para desarrollar habilidades científicas declaradas por el marco curricular siendo las más desarrolladas *clasificar* (5.5%) y *comparar* (4.7%) y la menos promovida *formular preguntas* con una presencia menor a 0.1%. De esta manera, se observa que el aprendizaje de la Ciencia en los textos se vincula ante todo con la transmisión de los contenidos científicos y no con los procesos científicos vinculados la generación de conocimiento propio de esa área.

En efecto, el análisis de las funciones didácticas de los elementos fomentan el aprendizaje de la Ciencias sobre todo mediante la *exposición de conceptos* (32.7%) y *evaluación de lo comprendido* (25.3%) y desarrollando procesos cognitivos menos complejos tales como *recordar* (32.1%) y *comprender* (24.9%) siendo los procesos menos fomentados la *creación* (0.5%) y el *análisis* (2.0%). En el caso del libro de 1° grado se promueve el aprendizaje de la Ciencias sobre todo a través de la activación de conocimientos previos y menos en relación a la exposición de conceptos lo que podría explicarse si se considera que en ese nivel educativo los estudiantes están desarrollando sus habilidades de decodificación y fluidez lectora. En síntesis, en los textos chilenos el aprendizaje de la ciencia se vincula más bien al recuerdo y a la comprensión de los conceptos científicos más que a los procesos de indagación sobre fenómenos naturales.

El análisis contrastivo con los textos escolares de Singapur y Canadá puso en evidencia que los textos chilenos sobre todo desarrollan habilidades vinculados al recuerdo y a la comprensión (74%) de los contenidos; en cambio, los textos de Singapur promueven la aplicación sobre todo de los conceptos relacionados con Física, habilidades también que se fomentan en los textos escolares de Canadá. Por tanto, los textos extranjeros no solo apuntan a la comprensión de los conceptos científicos sino también al uso de estos en diferentes contextos. En cuanto a los temas TIMSS, los textos de los tres países analizados cubren sobre todo los contenidos referidos a Ciencias de la Vida seguido por Ciencias Físicas y Ciencias de la Tierra. Solo en Canadá se encontró mayor presencia de elementos que cubren contenidos de Tecnología y Mecánica, ambos contenidos declarados en el marco curricular de dicho país.

Respecto de las funciones didácticas para promover el aprendizaje de las ciencias, los textos escolares de los tres países presentan actividades vinculadas con la exposición de conceptos y evaluación de los mismos. Singapur y Canadá se diferencia de Chile sobre todo por la promoción del *registro* y la *representación* en distintos formatos. Sin embargo, no se encontró gran variabilidad en los tipos de actividades que promueven los textos lo que lleva a reflexionar sobre cuáles son los límites propios del artefacto libro para promover habilidades cognitivas más complejas y habilidades científicas en particular, qué otros materiales

curriculares podrían proveer mayores oportunidades de aprendizaje para el desarrollo de habilidades propias de la Ciencia, qué tipo de formación necesitan los profesores para poder lograr lo que declaran los textos escolares y qué formación necesitan los equipos editoriales para incursionar con nuevas actividades y formatos para no solo transmitir la ciencia sino promover la actividad científica.

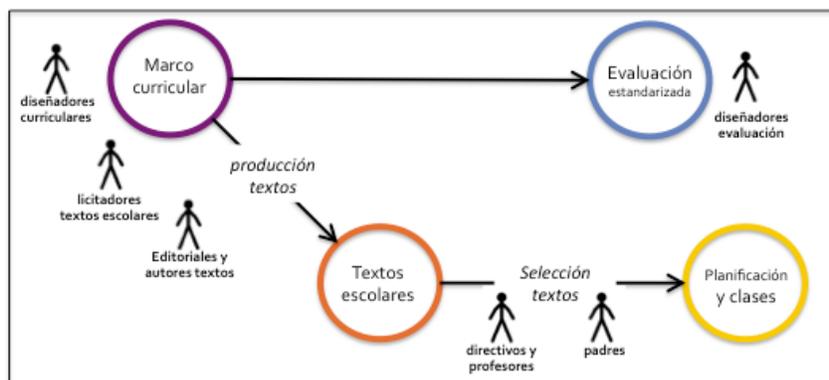
El índice de coherencia que considera solamente los contenidos promovidos muestra que los textos de los tres países presentan una cobertura curricular alta. Canadá que presenta una mayor consistencia entre lo declarado y lo promovido por los textos escolares (0.925), seguido por Singapur (0.848), en tanto Chile que presenta el índice más bajo (0.726). Sin embargo, al considerar solamente las habilidades, el índice baja considerablemente manteniéndose Canadá como aquel con el índice mayor (0.535), seguido por Chile (0.329) y finalmente por Singapur (0.151). Esta drástica reducción lleva a reflexionar sobre los límites que posee el libro para el desarrollo de las habilidades científicas declaradas por cada país y el uso de otras estrategias instruccionales y materiales didácticos que puedan proporcionar mejores oportunidades para el desarrollo de las mismas. Por último, al considerar ambas dimensiones, habilidades y contenidos, los índices se reducen aún más, obteniendo Canadá un 0.509, Chile un 0.246 y Singapur un 0.106; la baja coherencia en las habilidades de los textos en relación al marco en estos dos últimos países genera una alta reducción en sus índices. Por otro lado, es relevante preguntar si los procesos de evaluación de textos deberían incluir tanto cobertura curricular como desarrollo de habilidades científicas. Relevante sería explorar no solo la coherencia con las habilidades científicas sino también con los procesos cognitivos.

El análisis del lenguaje académico muestra que los elementos que cumplen la función didáctica de exponer conceptos en los textos escolares de Chile, Singapur y Canadá presentan diferencias en el uso del lenguaje destinado al aprendizaje de conceptos en Ciencias. Por un lado, de acuerdo a la *medida* LEXILE (complejidad sintáctica, frecuencia y tipo de palabras), el texto escolar de Chile para 3° grado presenta un nivel de complejidad lingüística superior al estimado como apropiado para este curso; en tanto para este mismo curso Canadá y Singapur están dentro de los rangos esperados. Asimismo, cabe destacar que los elementos en los textos chilenos para exponer conceptos son sistemáticamente más extensos (total de palabras) que los trozos equivalente en los textos de Canadá y Singapur lo que redundaría en un aumento de la demanda de lectura considerando que los estudiantes en ese nivel están consolidando sus habilidades de fluidez lectora. Al considerar la complejidad ligada a la comprensión de lectura, el análisis de referentes realizado muestra que la exposición de conceptos en Chile se destaca por un bajo nivel de cohesión referencial a diferencia de Singapur y Canadá, cuyos textos emplean más recursos destinados a aumentar la cohesión. Chile, al contrario de Singapur y Canadá, presenta un gran número de referentes (conceptos) por trozo que esos países, muchos de ellos mencionados solamente una vez. De esta manera, la construcción discursiva de los conceptos científicos representaría más obstáculo que una oportunidad para el aprendizaje de las Ciencias, ya que los estudiantes no tendrían las suficientes habilidades de comprensión lectora requeridas para enfrentar estos textos, con el fin de *leer para aprender Ciencias*.

## **8. RECOMENDACIONES PARA LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

De esta investigación se desprenden implicancias para el diseño del currículo escolar, para la producción de textos escolar y la selección de los mismos. Las propuestas serán organizadas según los procesos y actores del sistema educativo involucrados en la política pública del Estado chileno en materia de textos escolares como lo muestra la figura 9.

**Figura 9: Procesos y actores involucrados en la política pública de los textos escolares**



### **1. Marco curricular: diseño de currículo**

Del análisis de contenidos y habilidades de los marcos curriculares, se propone:

a) Explicitar la concepción de Ciencias que subyace a la propuesta curricular así como los focos principales de aprendizaje con el fin de poder determinar la coherencia con las propuestas de implementación de la misma y los resultados de aprendizaje. Del análisis del marco curricular chileno, se ha encontrado un repertorio de contenidos y habilidades pero no necesariamente una visión de lo que implica aprender Ciencias; en cambio, se ha podido observar que la propuesta de Canadá incorpora fuertemente tanto la tecnología como la mecánica para el aprendizaje de las Ciencias; en cambio, Singapur adopta más bien un enfoque basado en la indagación para la construcción del conocimiento científico.

b) Distribuir según una lógica de progresión los contenidos científicos a lo largo de los niveles educativos. De esta manera, las oportunidades de aprendizaje de ciertos temas científicos podrían estar graduados y conectados entre niveles educativos permitiendo una mayor comprensión de los mismos.

c) Determinar el rol de las habilidades cognitivas (*procesos cognitivos*) relacionadas con el aprendizaje de los contenidos científicos, pues en el análisis de los marcos se identificó que un 88.6% de los objetos incluía habilidades científicas y solo un 12.4% de ellos incluían habilidades cognitivas no declaradas en los marcos, proporción que se invierte en el análisis de los textos escolares

d) Promover habilidades cognitivas de orden superior para aprender ciencias; el marco curricular chileno promueve principalmente procesos cognitivos de nivel inferior, en tanto que los procesos cognitivos superiores tienen escasa presencia, no obstante no se observa una progresión y distribución de habilidades desde la simplicidad hacia la complejidad. Se sugiere establecer criterios de progresión de habilidades que incorporen tanto a las superiores como a las inferiores de manera equilibrada, así como considerar la manera en que se transita desde las inferiores a las superiores.

e) Formular los objetivos de aprendizaje del marco curricular de manera más precisa y concisa con el objeto de determinar con mayor facilidad los contenidos y habilidades promovidos en un determinado nivel educativo así como operar con indicadores que puedan ser más fácilmente medibles.

f) Considerar el grado de alineamiento entre lo declarado por el marco curricular para el área de Ciencias con lo efectivamente medido por pruebas estandarizadas como el SIMCE con

el fin de generar un mensaje claro y coherente de lo que se espera aprender en el área de Ciencias.

## **2. Textos escolares: proceso de licitación y producción de textos escolares**

Revisar los requerimientos técnicos y evaluación técnico-pedagógica para los textos escolares considerando los siguientes criterios:

a) *Número de textos por nivel educativo y el tipo de organización de los mismos* (contenido temático y tipos de uso). En efecto, el contar con varios libros permitiría mayor flexibilidad para abordar los distintos temas evitando que los temas que se encuentran al final del texto no sean tratados. Además, le permitiría al profesor tomar decisiones sobre los criterios de organización de la secuencia didáctica transitando con mayor autonomía entre actividades y exposición de conceptos de acuerdo a las necesidades de aprendizaje de sus estudiantes.

b) *Lógica de organización interna de la unidad didáctica*. A partir del análisis contrastivo entre los textos escolares, se ha observado que los textos de Singapur y Canadá introducen cada unidad mediante experiencias concretas y cotidianas a partir de las que se construyen los conocimientos necesarios para luego desarrollar los contenidos y habilidades científicas. En efecto, las propuestas de organización responden a una visión centrada en los procesos científicos y no solo en los conocimientos científicos. Los textos podrían proponer una lógica que va desde el hacer ciencia a decir la ciencia; este cambio podría favorecer a una mayor presencia de oportunidades de aprendizaje de desarrollo de habilidades científicas, las cuales tienen una presencia mínima en los textos escolares analizados. Cabe, por tanto, cuestionarse no solo por la proporción de habilidades científicas promovidas por los textos sino también por la posición dentro de la unidad didáctica y los tipos de actividades en que son promovidas dichas habilidades.

c) *Coherencia entre los contenidos y habilidades promovidos por los marcos y ofrecidos por los textos escolares*. Con el fin de aumentar las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes una dimensión por considerar es que efectivamente los textos escolares desarrollen tanto los contenidos como las habilidades que son declarados por los marcos curriculares. Esfuerzo adicional supone el desarrollo de habilidades científicas lo que puede implicar incursionar en nuevos soportes, formación de profesores para la promoción de la indagación científica y trabajo con equipos editoriales para repensar los textos no solo para transmitir los conocimientos científicos sino también para promover los modos de razonar propios del área.

d) *Uso de la imagen para la construcción de los conocimientos científicos*. Aunque no ha sido objeto de análisis de esta investigación, se sugiere revisar el uso de las imágenes tanto sus contenidos y calidad así como las funciones que cumplen en relación con los textos verbales. Se ha apreciado que en los textos de Singapur y Canadá, la imagen juega un papel fundamental en la exposición de conocimientos.

e) *Uso del lenguaje académico y demanda de lectura*. Uno de los aspectos clave de esta investigación ha sido determinar la complejidad de los textos escolares (extensión de la oración y frecuencia de palabras) en relación con los niveles educativos. Además, los textos chilenos deberían ser revisados en su extensión (total de palabras) así como la cantidad de conceptos introducidos en cada texto haciendo más difícil el acceso a los contenidos científicos y la comprensión de los mismos.

Asimismo, los criterios señalados podrían ser incorporados por las editoriales y los autores de textos escolares para la producción de textos escolares más coherentes con lo promovido por los marcos curriculares así como más apropiadas a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, las editoriales deberían buscar materiales y actividades que pudieran promover efectivamente el desarrollo de las habilidades científicas y no principalmente la apropiación de conceptos.

### **3. Selección de textos escolares: directivos, profesores y apoderados**

La investigación realizada propone ciertos procedimientos para la elegibilidad de textos escolares. Se recomienda tanto a directivos como profesores la revisión del prefacio en que se presentan los tipos de actividades ofrecidas por el texto, de la tabla de contenidos y de una unidad didáctica para poder determinar:

- a) La proporción de actividades destinadas a desarrollar habilidades científicas y de exposición de conceptos al interior del texto.
- b) La cobertura curricular del texto en relación con el nivel educativo.
- c) La progresión entre actividades que permitan a los estudiantes producir el conocimiento científico y no solo repetir el mismo.
- d) El desafío cognitivo asociado a las actividades promovidas por el texto escolar.
- e) La complejidad de los textos presentados a los estudiantes para su aprendizaje.
- f) Las habilidades científicas efectivamente propuestas por los textos escolares para abordar procesos científicos.
- g) La integración de habilidades científicas a través de actividades que promuevan procesos científicos y no solo contenidos. Por ejemplo, observar para levantar un problema, formular una pregunta, registrar datos y sacar conclusiones.
- h) Destinatario y grado de autonomía del destinatario en el uso del texto escolar. Decidir si los textos consideran o no en la entrega de instrucción y en el establecimiento de vínculos entre segmentos por parte del profesor. En efecto, hay libros del estudiante – como lo de Singapur– que han sido elaborados para que el estudiante trabaje de manera autónoma sin la necesaria mediación del profesor.

Para los padres, este estudio recomienda pedir a los establecimientos educativos no solo determinar el libro escolar que será escogido para una determinada área sino también informar sobre las razones pedagógicas para la elección de un determinado material de estudio para los estudiantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberts, B. (2009). Restoring science to science education. *Issues in Science and Technology*, 25, summer, 77-80.
- Al-Naqbi, A. K. (2010). The degree to which UAE primary science workbooks promote scientific inquiry. *Research in Science & Technological Education*, 28(3), 227-247.
- Alzate, M. V., Arbeláez, M. C., Gómez, M. A., Romero, F., & Gallón, H. (2005). *El texto escolar y las mediaciones didácticas y cognitivas*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Anderson, L. (2002). Curricular alignment: A re examination. *Theory into Practice*, 41(4), 255-260.
- Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Complete edition). New York: Longman.
- Bases curriculares de la Educación Básica. Ciencias Naturales. (documento digital). (2012). Ministerio de Educación. Disponible en [http://curriculumenlinea.mineduc.cl/descargar.php?id\\_doc=201202241311220](http://curriculumenlinea.mineduc.cl/descargar.php?id_doc=201202241311220).
- Bathia, V. (2004). *Worlds of Written Discourse: A Genre-Based View*. London & NY: Continuum International Publishing Group Ltd.
- Bhola, D. S., Impara, J. C., & Buckendahl, C. W. (2003). Aligning tests with states' content standards: Methods and issues. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 22(3), 21-29.
- Calsamiglia, H., & Tusón, A. (1999). *Las cosas del decir. Manual de análisis del discurso*. Barcelona: Ariel.
- Committee on Science Education K-12 and the Mathematical Sciences Education Board. (1999). *Designing mathematics or science curriculum programs: A guide for using mathematics and science education standards* (N. R. Council, Ed.). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Devetak, I., Vogrinc, J., & Glažar, S. (2010). States of matter explanations in Slovenian textbooks for students aged 6 to 14. *International Journal of Environmental & Science Education*, 5(2), 217-235.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 201-213.
- Evagorou, M. J., & Osborne, J. (2010). The role of language in the learning and teaching of science. In J. F. D. Osborne, J. . (Ed.), *Good practice in science teaching: What research has to say* ( 2 ed., pp. 135-157). Berkshire. England: Open University Press.
- Fang, Z. (2006). The Language Demands of Science Reading in Middle School. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491-520. doi: 10.1080/09500690500339092
- Fang, Z., Schleppegrell, M., & Lukin, A. (2008). *Reading in secondary content areas : a language-based pedagogy*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Gee, J. (2003). Opportunity to Learn: A language-based perspective on assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 10(1), 27-46.
- Gee, J. (2008). A Sociocultural Perspective on Opportunity to Learn. In P. Moss, D. Pullin, J. Gee, E. Haertel & L. Jones Young (Eds.), *Assessment, Equity, and Opportunity to Learn* (pp. 76-108). New York: Cambridge University Press.
- Graesser, A., McNamara, D. Louwerse, M., & Cai, Z. (2004). Coh-matrix: Analysis of text on cohesion and language. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36 (2), 193-202
- Halliday, M.A.K. & Martin, J. M. (1993). *Writing science. Literacy and discourse power*. London: The Falmer Press.
- Hautamäki, J., Harjunen, E., Hautamäki, A., Karjalainen, T., Kupianien, S., Laaksonen, S., . (2008). *Pisa 2006. Finland. Analyses, reflections, explanations*. Helsinki: Ministry of Education, Finland.
- Herman, J. L., Webb, N. M., & Zuniga, S. A. (2007). Measurement issues in the alignment of standards and assessments. *Applied Measurement in Education*, 20(1), 101 - 126. (June 27, 2010).
- Jenkins, E. W. (2009). Reforming school science education: a commentary on selected reports and policy documents. *Studies in Science Education*, 45(1), 65-92.
- Kearsey, J., & Turner, S. (1999). Evaluating Textbooks: the role of genre analysis. *Research in Science & Technological Education*, 17(1), 35-43.
- Langer, J. (2011). *Envisioning Knowledge. Building Literacy in the Academic Disciplines*. New York: Teacher College, Columbia University.

- Lavonen, J., & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922-944.
- Lebrun, J., Lenoir, Y., Laforest, M., Larose, F., Roy, G.-R., Spallanzani, C., & Pearson, M. (2002). Past and Current Trends in the Analysis of Textbooks in a Quebec Context. *Curriculum Inquiry*, 32(1), 51-83.
- Liu, X. (2009). *Linking Competence to Opportunities to Learn: Models of Competence and Data Mining*: Springer Publishing Company, Incorporated.
- Liu, X., Zhang, B., Liang, L. L., Fulmer, G., Kim, B., & Yuan, H. (2009). Alignment between the physics content standard and the standardized test: A comparison among the united states-new york state, singapore, and china-jiangsu. *Science Education*, 93(5), 777-797.
- Mc Donnell, L. M. Opportunity to learn as a research concept and policy instrument. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, v. 17, n. 3, p. 305-322, 1995
- McNamara, D., Ozuru, Y., & Floyd, R. (2011). Comprehension challenges in the fourth grade: The roles of text cohesion, text genre, and readers' prior knowledge. *International Electronic Journal of Elementary Educatio*, 4(1), 229-257.
- Mehan, H. (2008). A Sociological Perspective on Opportunity to Learn. In P. Moss, D. Pullin, J. Gee, E. Haertel & L. Jones Young (Eds.), *Assessment, Equity, and Opportunity to Learn* (pp. 42-72). New York: Cambridge University Press.
- Metametrics. (2012). Lexil.Framework for reading. Retrieved 18 de junio, from Metametrics <http://www.lexile.com/analyzer/>
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Ministerio de Educación (2010). Pilotaje de nuevos recursos educativos, fase II-Hipertexto. (Tech. Rep.). Ministerio de Educación y Universidad Diego Portales.
- Ministerio de Educación (2011). *Textos escolares*. Descargado el 02-11-2011 desde <http://portal.textosescolares.cl/imagen/File/presentacion/presentacion-11.swf>.
- Näsström, G. & Henriksson, W. (2008). Alignment of Standards and assessment: a theoretical and empirical study of methods for alignment. *Education & Psychology*, 16 (3), 667- 690
- Newton, L., Newton, D., Blake, A., & Brown, K. (2002). Do Primary School Science Books for Children Show a Concern for Explanatory Understanding? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 227-240
- Pappas, C. C. (2006). The information book genre: Its role in integrated science literacy research and practice. *Reading Research Quarterly*, 41(2), 226-250. doi: 10.1598/rrq.41.2.4
- Parodi, G. (2010). The rhetorical organization of the textbook genre across disciplines: A 'colony-in-loops'? *Discourse Studies*, 12(2), 195-222.
- Penney, K., Norris, S. P., Phillips, L. M., & Clark, G. (2003). The anatomy of junior high school science textbooks: An analysis of textual characteristics and a comparison to media reports of science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(4), 415-436.
- Penuel, W., Fishman, B. J., Gallagher, L. P., Korbak, C., & Lopez-Prado, B. (2009). Is alignment enough? Investigating the effects of state policies and professional development on science curriculum implementation. *Science Education*, 93(4), 656-677.
- Porter, A. C. (1995). The uses and misuses of opportunity to learn standards. *Educational Researcher*, January-February, 21-27.
- Porter, A. C., Smithson, J., Blank, R., & Zeidner, T. (2007). Alignment as a teacher variable. *Applied Measurement in Education*, 20(1), 27 - 51. (June 27, 2010)
- Pullin, D., & Haertel, E. (2008). Assessment Through the Lens of "Opportunity". In P. Moss, D. Pullin, J. Gee, E. Haertel & L. Jones Young (Eds.), *Assessment, Equity, and Opportunity to Learn* (pp. 17-41). New York: Cambridge University Press.
- Sacristán, J. G. (2002). El curriculum: una reflexión sobre la práctica (8.a ed.). Madrid: Editorial Morata.
- Sánchez, E., Gonzalez, A., & García Pérez, R. (2002). Competencia retórica. Una propuesta para interpretar las dificultades de comprensión. *Psicothema*, 14(1), 77-85.
- Schleppegrell, M. (2004). *The language of schooling: a functional linguistics perspective*. Mahwah, New Jersey, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Schmidt, W. H., & Valverde, G. (1998). Refocusing u.s. math and science education. *Issues in Science and Technology*, 14(2).
- Schmidt, W., McKnight, C., Houang, R., Wang, H., Wiley, D, Cogan, L. & Wolfe, R. (2001). *Why schools matter: a cross-national comparison of curriculum and learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Snow, C. (2010). Academic language and the challenge of reading for learning about science. *Science*, 328, 450-453.
- Snow, C., & Uccelli, P. (2009). The challenge of academic language. In D. R. Olson & N. Torrance (Eds.), *The Cambridge handbook of literacy* (pp. 112-133). New York: Cambridge University Press.
- Schussler, E., Link-Pérez, M., Weber, K., & Dollo, H. (2010). Exploring plant and animal content in elementary science textbooks. (123-128, Ed.) *Journal of Biological Education*, 44(3).
- Swales, J. (1995). The Role of the Textbook in EAP Writing Research. *English for Specific Purposes*, 14(1), 3-18.
- Tanskanen, S. (2006). *Collaborating towards coherence : lexical cohesion in English discourse*. Amsterdam: John Benjamins
- Tapiero, I. (2007). *Situation models and levels of coherence: toward a definition of comprehension*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates
- Tarr, J. E., Chávez, Ó., Reys, R. E., & Reys, B. J. (2006). From the Written to the Enacted Curricula: The Intermediary Role of Middle School Mathematics Teachers in Shaping Students' Opportunity to Learn. *School Science and Mathematics*, 106(4), 191-201.
- Unidad de Currículum y Evaluación. (2004a). *Chile y el aprendizaje de matemáticas y ciencias según TIMSS* (Tech. Rep.). Santiago, Chile: Ministerio de Educación.
- Unidad de Currículum y Evaluación. (2004b). *Estudio sobre uso de textos escolares en el primer y segundo ciclo de básica*. (Tech. Rep.) : Ministerio de Educación.
- Unidad de Currículum y Evaluación. (2008). *Informe final encuesta de seguimiento al uso de textos escolares*. (Tech. Rep.). Ministerio de Educación y MideUC.
- Webb, N. L. (2007). Issues related to judging the alignment of curriculum standards and assessments. *Applied Measurement in Education*, 20, 7 - 25. (June 27, 2010).
- Zwaan, R., & Singer, M. (2003). Text Comprehension. In A. C. Graesser, M. A. Gernsbacher & S. R. Goldman (Eds.), *Handbook of discourse processes* (pp. 83-121). Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum.