



# Oportunidades de aprendizaje en temáticas ambientales brindadas por el currículum nacional de ciencias de Chile

## Opportunities to learn about the environmental issues in Chile's national science curriculum

Marianela Beatriz Navarro Ciudad

*Centro de Investigación en Educación y Aprendizaje, Facultad de Educación, Universidad de Los Andes Chile*  
mnavarro@uandes.cl

**RESUMEN** • El objetivo del trabajo es evaluar en qué medida el currículum nacional de ciencias de Chile brinda oportunidades de alfabetización científica en temas ambientales. Para ello se efectuó un análisis de contenido de documentos curriculares, utilizando la metodología del estudio de oportunidades en matemáticas y ciencias (SMSO) y utilizando como referente los contenidos de medio ambiente que PISA evalúa. Los resultados muestran oportunidades de aprendizaje parcialmente alineadas entre los requerimientos actuales de alfabetización científica ambiental y el currículum nacional de ciencias de Chile. Esto podría explicar en parte el desempeño de los estudiantes chilenos en medio ambiente. El estudio entrega antecedentes que aportan al desarrollo de un currículum de ciencias que promueva la educación para el desarrollo sostenible.

**PALABRAS CLAVE:** alfabetización científica ambiental; análisis curricular; oportunidad de aprendizaje; actitudes hacia los desafíos ambientales; educación para el desarrollo sostenible.

**ABSTRACT** • The aim of the current study is to evaluate to what extent Chile's national science curriculum offers scientific literacy opportunities related to the environment. A content analysis of curricular documents was carried out using the Survey of Mathematics and Science Opportunities methodology (SMSO) and using the environmental contents that are evaluated by PISA as a reference. Results show opportunities to learn partially aligned between the current requirements of environmental scientific literacy and Chile's national science curriculum. This could explain, in part, Chilean students' scores in the area of environment. This study provides information that contributes to the development of a science curriculum that promotes education for sustainable development.

**KEYWORDS:** environmental science literacy; curriculum analysis; opportunity to learn; attitudes towards environmental issues; education for sustainable development.

Recepción: octubre 2015 • Aceptación: mayo 2017 • Publicación: noviembre 2017

Navarro Ciudad, M. B., (2017) Oportunidades de aprendizaje en temáticas ambientales brindadas por el currículum nacional de ciencias de Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 35.3, pp. 107-127

## INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta afronta una crisis ambiental caracterizada por un agotamiento de las fuentes energéticas, una producción de desperdicios a una escala mayor de lo que el planeta puede procesar y un aumento sustantivo de los gases de efecto invernadero (Vilches y Pérez, 2009; World Wide Fund for Nature, 2014).

En este escenario, la educación tiene la importante misión de ofrecer mayores oportunidades de aprendizaje (ODA) acerca de la problemática ambiental actual; prueba de ello fue la instauración de la década de la educación para el desarrollo sostenible (DEDS) (2005-2014) por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). La DEDS buscó promover el fin de la degradación ambiental y de la biodiversidad y terminar con las desigualdades y la pobreza extrema (UNESCO, 2005), pues la educación es la base para avanzar hacia un futuro más sostenible y equitativo (Cebrián y Junyent, 2014). Los gobiernos del mundo fueron invitados a integrar la DEDS, compromiso que fue ratificado por el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC). Esto se materializó en acciones para implementar la educación ambiental en todos los niveles de la educación escolar, a través del Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales, cuyo propósito ha sido la integración de valores, el desarrollo de conductas y hábitos orientados a la comprensión y toma de conciencia de problemas ambientales, para lograr prevenirlos y resolverlos (Salinas-Cabrera, 2016).

Si bien la DEDS ha concluido, UNESCO continúa con los esfuerzos a través de la Agenda 2030, que define objetivos que se deben alcanzar para ese año. La agenda incluye la Declaración de Incheon, que es el plan de acción para la Educación 2030 (UNESCO, 2016). Chile, por su parte, ha desarrollado una política nacional de EDS donde se plantean una serie de medidas para alcanzar esta meta (Ministerio del Medio Ambiente, 2009).

En este contexto, la enseñanza de la ciencia debe contribuir a que las personas alcancen mayores niveles de alfabetización científica en temáticas ambientales y puedan tomar decisiones informadas frente a situaciones cotidianas, que apunten hacia la solución de los problemas globales, adoptando además actitudes de respeto y cuidado por el entorno (Cho y Kang, 2010). Esto último evidencia la importancia del medio ambiente como un componente fundamental de alfabetización científica (Bybee, 2008); en efecto, algunos autores han acuñado el concepto de «alfabetización científica ambiental» (Cho y Kang, 2010; Gunckel, Mohan, Covitt y Anderson, 2012; Khishfe, 2014).

Hoy en día es difícil encontrar una propuesta curricular de ciencia escolar que no contemple entre sus metas educativas una mención a la alfabetización científica (García-Carmona, 2014). No ha sido la excepción Chile (Uribe y Ortiz, 2014), donde el currículum de ciencias busca como propósito que todos los estudiantes adquieran los conceptos y las ideas básicas de la ciencia para comprender las experiencias y situaciones cercanas, y así generar soluciones creativas para los problemas cotidianos (MINEDUC, 2013). Asimismo, el currículum oficial de ciencias de Chile relaciona la necesidad de la formación científica en la escuela con las problemáticas ambientales, pues se declara: «el conocimiento científico de la naturaleza contribuye a una actitud de respeto y cuidado por ella, que como sistema de soporte de la vida, por primera vez en la historia, exhibe situaciones de riesgo global» (MINEDUC, 2009: 2).

Los antecedentes reseñados evidencian, por una parte, la necesidad de promover la alfabetización científica en temas ambientales, y por otra, la intencionalidad en los currículum de ciencia de incluir este enfoque de enseñanza. Sin embargo, una de las dimensiones del logro de esta meta la constituyen los propios currículum oficiales de ciencia, lo que ha sido tratado parcialmente (Criado, Cruz-Guzmán, García-Carmona y Cañal, 2014). Por ello, la pregunta que orienta este trabajo es: ¿De qué manera el currículum oficial de ciencias de Chile contribuye a satisfacer el requerimiento de alfabeti-

zación científica ambiental y qué ODA ofrece? A partir de ello, el propósito es evaluar en qué medida el currículum nacional brinda ODA en ciencias para alcanzar la alfabetización científica ambiental en los estudiantes chilenos.

## MARCO TEÓRICO

### La alfabetización científica ambiental

El concepto de alfabetización científica ambiental encuentra un importante sustento en Coyle (2005), quien lo define como la comprensión de los principios científicos básicos, las habilidades necesarias para investigar sobre medio ambiente y cómo utilizarlos. Posteriormente, Covitt, Gunckel y Anderson (2009) lo entienden como la capacidad de comprender y participar en la toma de decisiones, basándose en las evidencias que existen sobre los efectos de las acciones humanas en los sistemas ambientales.

Negev, Sagy, Garb, Salzberg y Tal (2008), en tanto, establecen la existencia de tres categorías o componentes dentro del concepto de alfabetización científica ambiental: (a) conocimientos, que comprende temas de interés mundial y nacional y los principios ecológicos generales; (b) actitudes, que se refiere a la voluntad de actuar, el sentido de la responsabilidad, la sensibilidad sobre el medio ambiente y el aprecio por la naturaleza, y (c) comportamientos, que incluye patrones de consumo, conservación, activismo ambiental y contacto con la naturaleza.

La OECD por su parte, en el estudio *Green at Fifteen* (OECD, 2009), define el desempeño en ciencias ambientales como conocimiento científico y uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar los fenómenos científicos relacionados con el medio ambiente y extraer conclusiones basadas en evidencias, comprender los rasgos característicos de las ciencias ambientales como una forma de conocimiento humano e investigación, sensibilización de cómo las ciencias ambientales dan forma al uso de los recursos de la Tierra, a las políticas sobre la sustentabilidad del entorno y a la responsabilidad futura de la calidad del medio ambiente, voluntad de comprometerse con las ciencias ambientales y con sus ideas, como un ciudadano reflexivo y consumidor responsable de recursos naturales. El estudio mencionado deriva de los datos de PISA 2006, que indagó cómo la enseñanza de la ciencia está contribuyendo a la alfabetización científica ambiental de los futuros ciudadanos (Bybee, 2008; OECD, 2009). Según el estudio *Green at Fifteen*, Chile alcanzó 458 puntos, ubicándose en el lugar 41 de 57 países, desempeño que resultó ser el más alto de Latinoamérica. Sin embargo, aún se está lejos del promedio OCDE y, además, aproximadamente un 28 % de los estudiantes chilenos se ubican bajo el nivel mínimo (OECD, 2009).

En el presente estudio, como marco para evaluar las ODA en temas ambientales que brinda el currículum de Chile, se adoptó la definición de alfabetización científica ambiental que aporta el estudio *Green at Fifteen*. Esto último se fundamenta en que, para el país, PISA representa un referente respecto de lo que se espera de la enseñanza de la ciencia, retroalimentando políticas públicas y programas educativos (Agencia de la Calidad de la Educación, s.f.).

### Oportunidad de aprender

El concepto de oportunidad de aprender (ODA) tiene un significado amplio que incluye lo que los estudiantes deben aprender (Scheerens, 2017), cómo lo han aprendido (Correnti, Matsumura, Hamilton y Wang, 2012) y otros factores tales como la preparación de los profesores, la disposición de los estudiantes, la infraestructura de la escuela, etc. (Scherff y Piazza, 2008; Uribe y Ortiz, 2014).

Desde la perspectiva de Scheerens (2017), la ODA se refiere a la expectativa de que los estudiantes rindan mejor en una prueba cuando el contenido ha sido realmente enseñado, por ello, el concepto de

ODA ha desempeñado un rol clave en evaluaciones internacionales, conformando un factor explicativo del rendimiento académico y del logro de metas curriculares (Blömeke, Suhl, Kaiser y Döhrmann, 2012).

Para la International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) la ODA está íntimamente relacionada con el currículum y propone un modelo de oportunidades educativas (Valverde, Bianchi, Wolfe, Schmidt y Houang, 2002). En este se hace una distinción entre el currículum intencionado, implementado y alcanzado, según la cual, el currículum intencionado corresponde al currículum oficial, compuesto de objetivos y metas de aprendizaje nacionales. El currículum implementado se refiere a la interpretación que los profesores hacen del currículum intencionado, donde el currículum se entiende como enseñanza. Finalmente, el currículum alcanzado concierne a lo que los estudiantes han aprendido, y estaría representado por los resultados que se alcanzan en una prueba (McDonell, 1995). A este respecto, el currículum puede ser concebido como una ODA, por ello la mejora del currículum intencionado es una condición necesaria para el progreso de los resultados y de la escuela. Según hallazgos del Segundo Estudio Internacional de Matemáticas (SIMS) de la IEA, es posible efectuar una predicción aproximada al currículum implementado a partir del currículum intencionado (McDonell, 1995).

Valverde *et al.* (2002) modifican el modelo curricular de la IEA incluyendo el currículum potencialmente implementado, que estaría conformado por los libros de texto y otros recursos (figura 1).

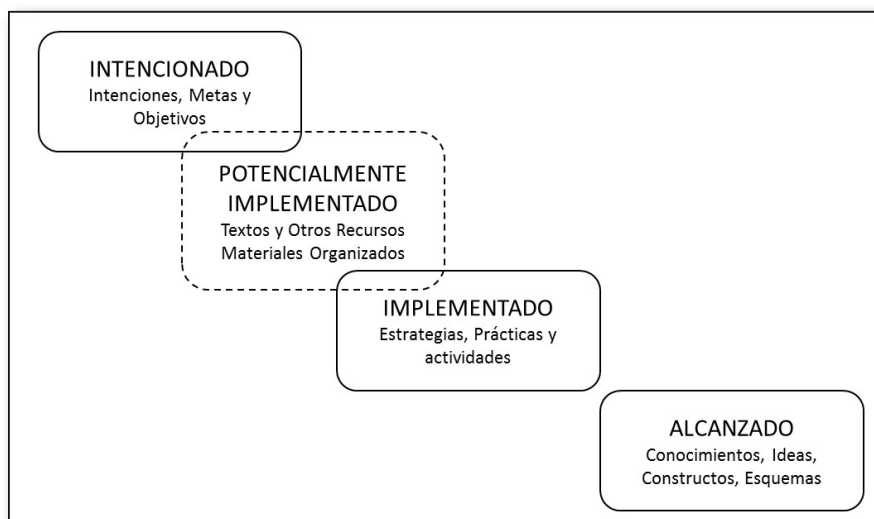


Fig. 1. Modelo curricular tripartito de la IEA y textos escolares (fuente: Valverde *et al.*, 2002: 13).

Los libros de texto se acercan al currículum potencialmente implementado, ya que constituyen una de las más importantes herramientas que orientan el trabajo docente, pues se utilizan para la planificación y preparación de clases, como apoyo a las actividades de aprendizaje, como complemento a los conocimientos del docente, para las investigaciones bibliográficas escolares, etc. (Occelli y Valeiras, 2013; Valverde *et al.*, 2002). En otras palabras, los libros de texto serían «vehículos portadores del conocimiento escolar» (Martín Gámez, Prieto y Jiménez López, 2013: 155), incidiendo sobre las ODA de los estudiantes. Según Scheerens (2017), el libro de texto sería un producto intermedio que incide en la preparación de una prueba modificando la ODA, por lo tanto, el resultado que logran los estudiantes varía en función del libro de texto y del uso que el docente hace de este.

En el caso particular de Chile, la entrega sistemática y gratuita de textos escolares es una política pública que beneficia a todos los estudiantes y docentes de establecimientos que reciben subvención

estatal, equivalentes al 93 % del total de escuelas en Chile. Los textos son el documento más utilizado por los docentes para la planificación de la enseñanza y la preparación de las clases de ciencias (MINEDUC, 2002), desplazando incluso a los programas de estudio oficiales. Asimismo, el 95 % de los profesores chilenos declaran hacer uso del texto escolar, porcentaje que no es distinto de lo que ocurre en EE. UU. (Chiappetta y Fillman, 2007) o España (Occelli y Valeiras, 2013). El amplio uso del texto escolar concuerda con la inclusión de los textos escolares como currículum potencialmente implementado, según el modelo de oportunidades educativas de Valverde *et al.* (2002).

Dado que la ODA es un concepto amplio y multidimensional, según Floden (2002) estas pueden ser evidenciadas de diversas formas, por ejemplo, medir el tiempo efectivo destinado a la enseñanza, indagar sobre las percepciones de ODA de los estudiantes, analizar documentos dando cuenta del currículo prescrito o intencionado. Esto último es lo que se realiza en este estudio.

## METODOLOGÍA

Se realizó un análisis de contenido de 18 documentos curriculares, de los cuales 9 son programas de estudio oficiales y 9 textos escolares distribuidos por el MINEDUC. Los documentos incluidos comprenden desde 5.º a 10.º grado de educación obligatoria. Este rango se consideró adecuado para dar cuenta de los aprendizajes previos que pudieran relacionarse con el logro en medio ambiente que reporta el estudio *Green at Fifteen*, cuya muestra para Chile se compone de un 72 % de estudiantes en 10.º grado.

### Procedimiento de análisis curricular

Se utilizó la metodología de análisis curricular del Estudio de Oportunidades en Matemáticas y Ciencias (Survey of Mathematics and Science Opportunities [SMSO], 1995), en el contexto del Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS). En la aplicación de la metodología se adaptaron los nombres de los segmentos de los documentos que se debían analizar.

Esta metodología contempla los siguientes pasos:

- *Definición de unidades de análisis*

Estas corresponden grandes secciones dentro del documento. Para el caso de los programas de estudio se consideraron tres tipos de unidades: i) «introducción» (políticas oficiales), ii) «lección o unidad» y iii) «apéndice». Para los textos escolares solo se consideró «lección o unidad». La lección corresponde a un segmento del documento donde se aborda un tema específico, por ejemplo: Unidad 4: «La fotosíntesis y la nutrición de la biósfera».

Dentro de cada documento se seleccionaron aquellas unidades vinculadas a medio ambiente.

- *División de unidades en bloques y definición de tipos*

Las unidades definidas fueron divididas en segmentos más pequeños denominados bloques. Los tipos de bloques para los textos escolares son: i) narrativo (que corresponden a la narración principal y se encuentran entre dos encabezados), ii) narrativo relacionado (se encuentran fuera de la narración principal y suelen presentarse en recuadros), iii) tablas, figuras o gráficos, iv) actividades o ejercicios, v) ejemplos trabajados. En el caso de los programas de estudio los tipos son: i) políticas oficiales, ii) objetivos, iii) elementos de contenido, iv) sugerencias pedagógicas, v) ejemplos de actividades, vi) sugerencias de evaluación.

- *Codificación de los bloques*

Cada bloque es analizado y según su contenido se le asigna uno o más códigos definidos en el instrumento de análisis curricular.

## Instrumento de análisis curricular

Se elaboró un instrumento de análisis curricular basado en el marco de evaluación PISA para las ciencias, seleccionando las temáticas vinculadas al medio ambiente según el estudio *Green at Fifteen* (OECD, 2009) y siguiendo el modelo de Uribe y Ortiz (2014).

El instrumento incluye cinco aspectos interrelacionados, cuyo detalle se encuentra en el instrumento (véase apéndice):

- *Los contextos*  
Los contextos en los que están insertas las tareas: personal, social o global.
- *Las competencias científicas*  
Estas son: identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de manera científica, utilizar pruebas científicas.
- *Los conocimientos científicos*  
Estos se descomponen en: conocimientos de la ciencia (sistemas físicos, sistemas vivos, sistemas terrestres y espaciales y sistemas tecnológicos) y conocimientos sobre la ciencia (investigación científica y explicaciones científicas).
- *Las actitudes hacia los desafíos ambientales*  
Estas incluyen: responsabilidad personal por el mantenimiento de un entorno sostenible, sensibilización respecto de las consecuencias medioambientales de las acciones individuales, voluntad para actuar en favor de la preservación de los recursos naturales.
- *Áreas de aplicación*  
Estas contemplan: recursos naturales, medio ambiente, riesgos, fronteras de la ciencia y la tecnología.

## Ejemplo de la aplicación de la metodología de análisis curricular

En la figura 2 se muestra un ejemplo de la aplicación paso a paso de la metodología de análisis curricular. El recuadro representa un bloque de un texto escolar, que en este caso es una actividad en la que los estudiantes deben investigar sobre los recursos naturales de Chile y representarlos en un mapa. Este bloque se encuentra en una unidad de análisis, que en este caso corresponde a un capítulo del texto cuyo título es «Los recursos naturales». Luego se define el tipo de bloque; aquí es una actividad o ejercicio. A continuación se analiza el bloque en función de los códigos definidos en el instrumento. En el ejemplo se reconoció la competencia de identificar cuestiones científicas, pues la actividad requiere búsqueda de información. A nivel de conocimientos de la ciencia, el contenido de recursos naturales se encuentra dentro del tema de ecosistemas y este último dentro de sistemas vivos. Asimismo, el ejercicio se enmarca dentro de un contexto social (país) y en el área de aplicación de recursos naturales. El resto de los elementos se encuentran ausentes, como por ejemplo las actitudes hacia los desafíos ambientales y los conocimientos sobre la ciencia.



**Actividad grupal**

Representen en un mapa los recursos naturales de Chile por región. Para ello, pueden utilizar la siguiente infografía como referencia. Recuerden que deben completar el mapa con la información recopilada por todo el grupo.

- 1) Definición de la unidad de análisis: "Los recursos Naturales"
- 2) División en bloque y definición de su tipo: actividad o ejercicio
- 3) Codificación del bloque:
  - 1.1 Identificar cuestiones científicas
  - 2.1.2.2 Ecosistemas
  - 3.2 Contexto social (país)
  - 5.1 Recursos naturales



La infografía muestra un mapa de Chile dividido en sus 12 regiones, cada una con un color y un código de recursos naturales. Los códigos son: I REGIÓN (1), II REGIÓN (2), III REGIÓN (3), IV REGIÓN (4), V REGIÓN (5), VI REGIÓN (6), VII REGIÓN (7), VIII REGIÓN (8), IX REGIÓN (9), X REGIÓN (10), XI REGIÓN (11), XII REGIÓN (12). La Región Metropolitana de Santiago tiene el código 12. Se incluye una leyenda que indica: "12 REGIONES EN LA REPUBLICA DE CHILE Y 12 REGIONES EN LA AMERICA DEL SUR. EL PAISADO DEL MUNDO DESDE EL MONTE PUECO HASTA LA CORDILLERA DE LOS ANDES".

Fig. 2. Ejemplo de codificación de un bloque de un libro de texto, aplicando paso a paso la metodología de análisis curricular utilizada.

## Análisis de datos

Se efectuó un análisis descriptivo de frecuencias o porcentajes de los códigos identificados. Se realizaron análisis por ciclo de enseñanza (primaria y secundaria) y también por tipo de documento curricular (programa de estudio o texto escolar).

Asimismo, una muestra aleatoria de aproximadamente un 5 % de los bloques analizados fue sometida a doble codificación. Se juzgó la consistencia del análisis mediante el coeficiente Kappa de Cohen, que permite cuantificar el grado de acuerdo entre jueces para variables categóricas (Cohen, 1960). El valor obtenido se situó dentro del intervalo ,61 - ,80, definido como «sustancial»,  $\kappa = ,71$ ,  $p < ,001$  (Landis y Koch, 1977).

## RESULTADOS

En total se analizaron 5.040 bloques, distribuidos en los dos tipos de documentos curriculares. Los resultados muestran una predominancia de los conocimientos científicos (64 %) sobre los otros cuatro aspectos del marco PISA para las ciencias. Las competencias científicas tienen una representación moderada, mientras que el resto de los elementos muestran una presencia menor (figura 3).

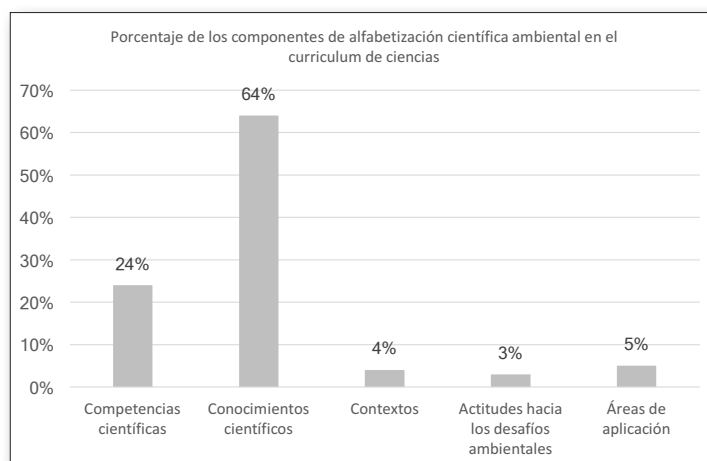


Fig. 3. Componentes de alfabetización científica ambiental en el currículum nacional de ciencias.

Este mismo análisis realizado por ciclo de enseñanza (figura 4a) y por documento curricular (figura 4b) muestra la misma tendencia observada en la figura 2. Cabe destacar un mayor predominio de contenidos científicos en los textos escolares con respecto a los programas de estudio, pero menor presencia de competencias científicas.

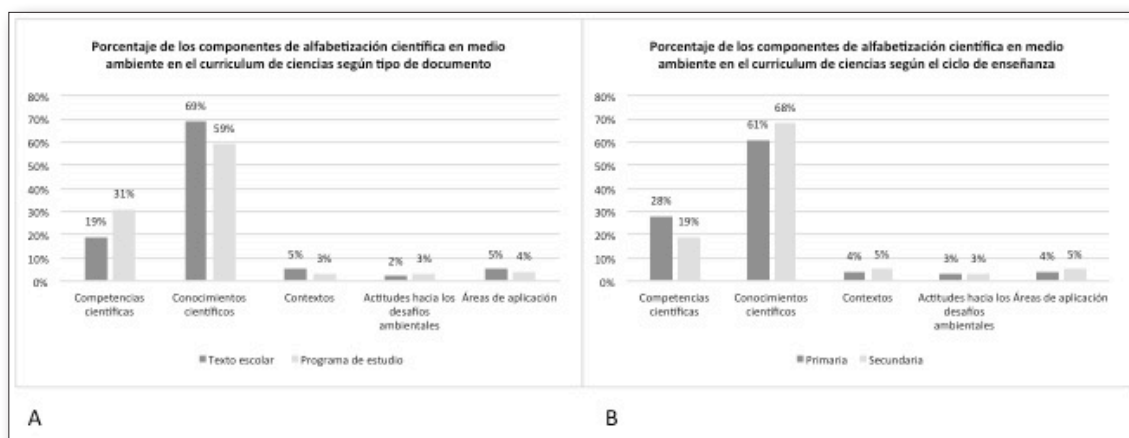


Fig. 4. Componentes de alfabetización científica ambiental en el currículum nacional de ciencias. A: según tipo de documento curricular; B: según ciclo de enseñanza.

Analizando más en detalle los conocimientos científicos, se observa un predominio de los conocimientos de la ciencia respecto de los conocimientos sobre la ciencia. Estos últimos, en su conjunto, no superan el 3 %, lo que evidencia escasa importancia de este contenido en el currículum. Lo mismo ocurre con el tema sistemas tecnológicos, perteneciente a los conocimientos de la ciencia, que alcanza un 2 %. En tanto, sistemas físicos muestra mayor frecuencia, ya que comprende los contenidos tanto de física como de química (figura 5).



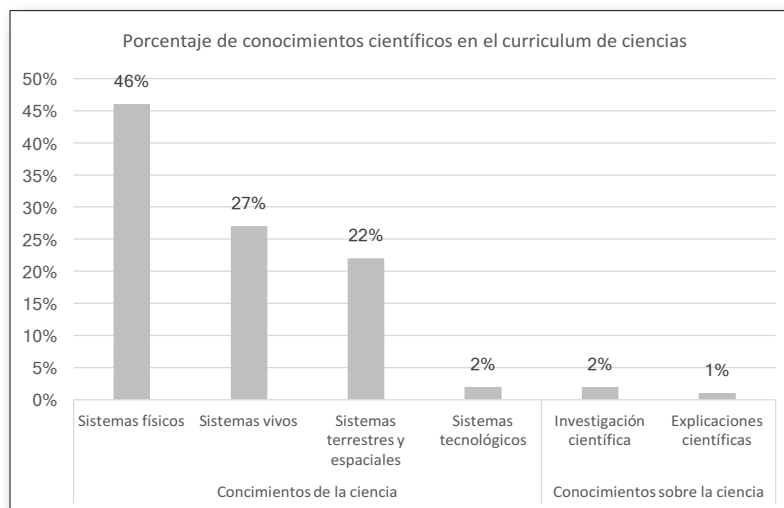


Fig. 5. Conocimientos de ciencias ambientales en el currículum nacional de ciencias.

La misma tendencia de la figura 4a se observa al analizar los conocimientos científicos según el tipo de documento curricular o ciclo de enseñanza, esto es, los conocimientos científicos están más representados en los textos escolares que en los programas de estudio, a excepción del contenido sistemas físicos. Respecto de las diferencias por ciclo de enseñanza, el contenido sistemas terrestres y espaciales se presenta principalmente en enseñanza secundaria (figura 6). Esto último puede explicarse porque en secundaria la ciencia se enseña diversificada en biología, física y química; particularmente en física hay unidades dedicadas al estudio de la Tierra, del Sistema Solar y del Universo, y en química el estudio del aire, del agua y de los suelos. Sin embargo es importante destacar que en las últimas modificaciones curriculares, realizadas en enseñanza primaria, se ha incluido un eje llamado Tierra y Universo.

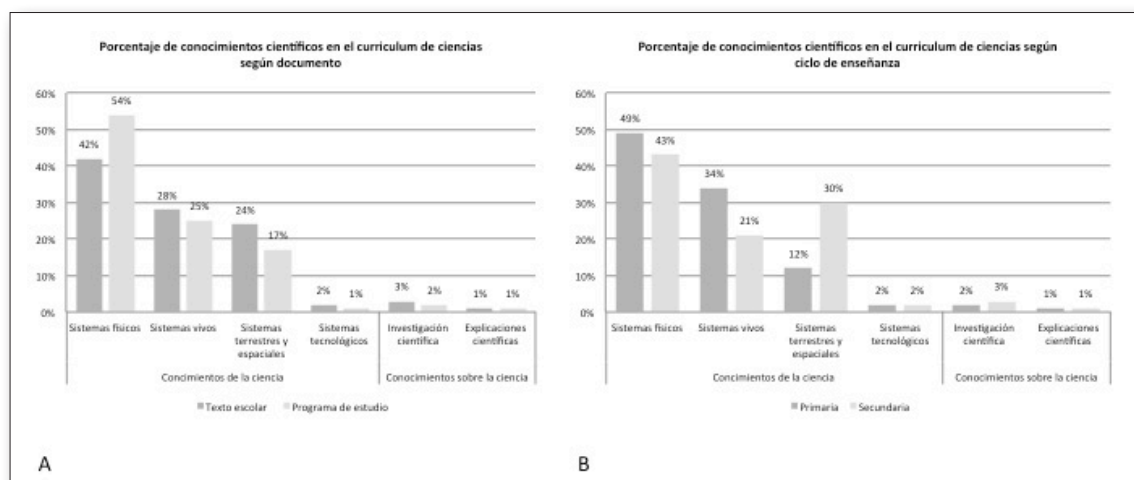


Fig. 6. Conocimientos de ciencias ambientales en el currículum nacional de ciencias. A: según tipo de documento curricular; B: según ciclo de enseñanza.

Las competencias científicas representan solo un 24 % de los documentos curriculares analizados, mientras el 64 % corresponden a contenidos científicos. Analizando este 24 %, se obtiene que la competencia científica predominante es explicar fenómenos de manera científica, mientras que identificar cuestiones científicas y utilizar pruebas científicas están menos representados (figura 7).

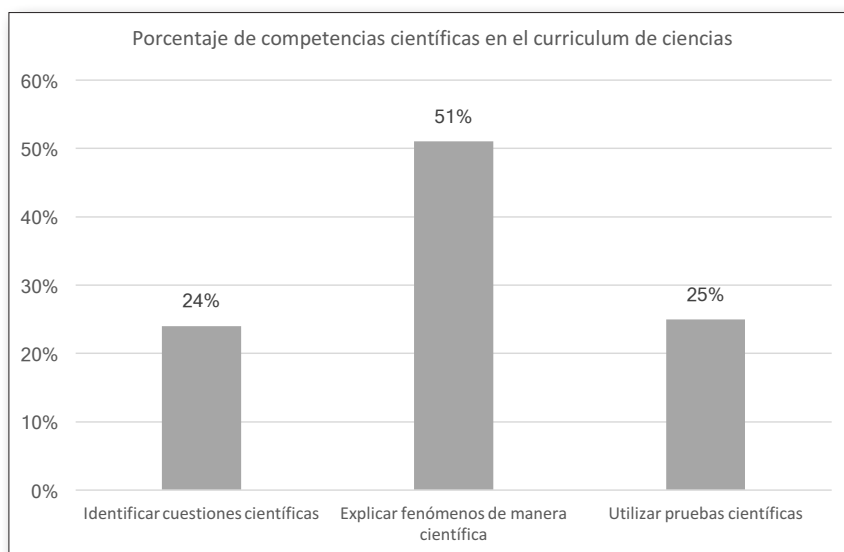


Fig. 7. Competencias científicas de PISA de ciencias en el currículum nacional de ciencias.

Al analizar las competencias científicas según el ciclo de enseñanza y el tipo de documento curricular, se observa la misma tendencia de la figura 6. Respecto del ciclo de enseñanza, se evidencia poca diferencia en el desarrollo de competencias entre enseñanza primaria y secundaria. En cuanto al tipo de documento curricular, en general los programas de estudio muestran mayor desarrollo de competencias científicas que los textos escolares, excepto en el caso de utilizar pruebas científicas, donde el mayor porcentaje se encuentra en los textos por encima de los programas (figura 8).

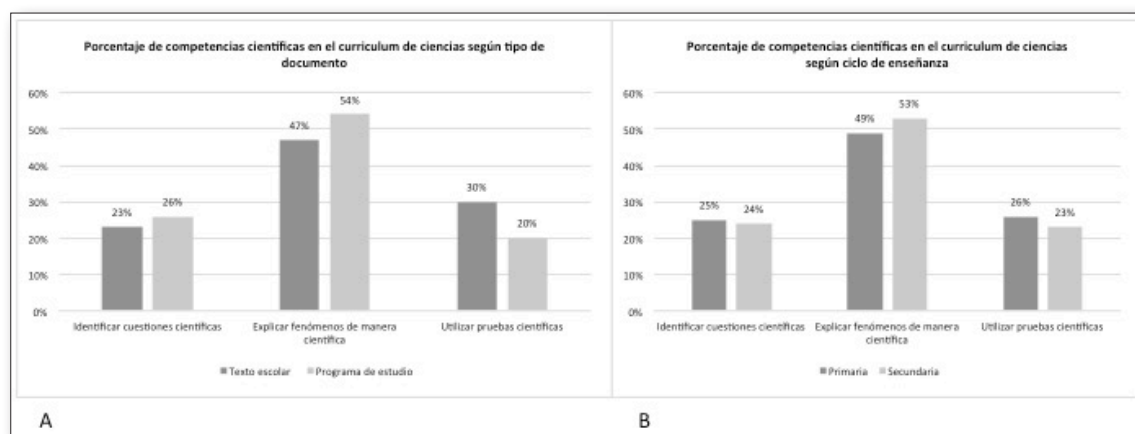


Fig. 8. Competencias científicas de PISA ciencias en el currículum nacional de ciencias. A: según tipo de documento curricular; B: según ciclo de enseñanza.

Al analizar la distribución de los componentes de alfabetización científica en función del tipo de bloque (tabla 1), se puede observar dónde son más o menos frecuentes estos componentes. Por ejemplo, las competencias científicas están presentes en los bloques de actividades o ejercicios, mientras su presencia es escasa en los otros tipos de bloques, esto en los libros de texto. En tanto, en los programas de estudio, las competencias científicas son más frecuentes en los ejemplos de actividades y en menor grado en los objetivos y en las sugerencias pedagógicas y de evaluación, mientras su presencia es escasa

en el resto de los bloques de este tipo de documento. Por su parte, la representación de los conocimientos científicos es mayor en los bloques de tipo narrativo de los textos escolares. Si bien la frecuencia de las actitudes hacia los desafíos ambientales es escasa, es interesante notar que cuando estas se presentan se encuentran en los bloques de actividades y ejercicios de los textos escolares.

Tabla 1.  
Cruce entre componentes de alfabetización científica  
ambiental y tipo de bloque según el tipo de documento curricular

| Tipo de documento    | Tipo de bloque            | Componentes de alfabetización científica ambiental |                          |                           |           |                                          |                     |       |
|----------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------|------------------------------------------|---------------------|-------|
|                      |                           |                                                    | Competencias Científicas | Conocimientos científicos | Contextos | Actitudes hacia los desafíos ambientales | Áreas de aplicación | TOTAL |
| Textos escolares     | Narrativo                 | n                                                  | 17                       | 722                       | 32        | 19                                       | 11                  | 801   |
|                      |                           | %                                                  | ,34                      | 14,33                     | ,63       | ,38                                      | ,22                 | 15,89 |
|                      | Narrativo relacionado     | n                                                  | 36                       | 343                       | 19        | 9                                        | 8                   | 415   |
|                      |                           | %                                                  | ,71                      | 6,81                      | ,38       | ,18                                      | ,16                 | 8,23  |
|                      | Tablas, figuras, gráficos | n                                                  | 12                       | 400                       | 11        | 3                                        | 5                   | 431   |
|                      |                           | %                                                  | ,24                      | 7,94                      | ,22       | ,06                                      | ,10                 | 8,55  |
|                      | Actividades o ejercicios  | n                                                  | 497                      | 565                       | 97        | 32                                       | 122                 | 1313  |
|                      |                           | %                                                  | ,86                      | 11,21                     | 1,92      | ,63                                      | 2,42                | 26,05 |
|                      | Ejemplos trabajados       | n                                                  | 0                        | 3                         | 0         | 0                                        | 0                   | 3     |
|                      |                           | %                                                  | ,00                      | ,06                       | ,00       | ,00                                      | ,00                 | ,06   |
| Programas de estudio | Objetivos                 | n                                                  | 47                       | 93                        | 6         | 13                                       | 5                   | 164   |
|                      |                           | %                                                  | ,93                      | 1,85                      | ,12       | ,26                                      | ,10                 | 3,25  |
|                      | Políticas oficiales       | n                                                  | 19                       | 26                        | 1         | 15                                       | 0                   | 61    |
|                      |                           | %                                                  | ,38                      | ,52                       | ,02       | ,30                                      | ,00                 | 1,21  |
|                      | Elementos de contenido    | n                                                  | 10                       | 104                       | 4         | 4                                        | 2                   | 124   |
|                      |                           | %                                                  | ,20                      | 2,06                      | ,08       | ,08                                      | ,04                 | 2,46  |
|                      | Sugerencias pedagógicas   | n                                                  | 96                       | 341                       | 14        | 22                                       | 19                  | 492   |
|                      |                           | %                                                  | 1,90                     | 6,77                      | ,28       | ,44                                      | ,38                 | 9,76  |
|                      | Ejemplos de actividades   | n                                                  | 422                      | 598                       | 35        | 18                                       | 53                  | 1126  |
|                      |                           | %                                                  | 8,37                     | 11,87                     | ,69       | ,36                                      | 1,05                | 22,34 |
|                      | Sugerencias de evaluación | n                                                  | 61                       | 39                        | 3         | 4                                        | 3                   | 110   |
|                      |                           | %                                                  | 1,21                     | ,77                       | ,06       | ,08                                      | ,06                 | 2,18  |
| TOTAL                |                           | n                                                  | 1217                     | 3234                      | 222       | 139                                      | 228                 | 5040  |
|                      |                           | %                                                  | 24,15                    | 64,17                     | 4,40      | 2,76                                     | 4,52                | 100   |

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La investigación tuvo como propósito evaluar en qué medida el currículum nacional de ciencias de Chile brinda oportunidades de alfabetización científica ambiental a los estudiantes chilenos.

Los resultados mostraron un desequilibrio en los componentes de alfabetización científica, con énfasis en el aprendizaje de conocimientos científicos, una moderada presencia de las competencias científicas y escasa promoción de actitudes hacia los desafíos ambientales y contextos en los que se desarrollan las competencias. Esto fue más evidente en los textos escolares respecto de los programas de estudio y en enseñanza secundaria en relación con enseñanza primaria.

A partir de estos resultados es posible concluir que las ODA en temas ambientales brindadas por el currículum nacional de ciencias de Chile se encuentran solo parcialmente alineadas con la finalidad de

alfabetización científica declarada y con la situación de emergencia planetaria. Estos hallazgos son consistentes con los encontrados por Uribe y Ortiz (2014), quienes analizaron el currículum de ciencias a nivel general, aunque no específicamente sobre el ámbito del medio ambiente.

Como ya se dijo, el énfasis de las ODA se enfoca en los conocimientos científicos, más específicamente en lo que PISA denomina *conocimientos de la ciencia*, es decir, la comprensión de conceptos y teorías de las distintas disciplinas científicas. Este enfoque de enseñanza se basa en la transmisión de información, exponiendo los contenidos de manera discursiva y dogmática, presentando respuestas sin preguntas previas (Banet, 2014). Esto último es especialmente evidente en los textos escolares respecto de los programas de estudio, brindando los textos mayores ODA de conceptos científicos y menores para la comprensión e interpretación de fenómenos naturales. En efecto, los modelos de enseñanza-aprendizaje de los textos se basan en la transmisión del conocimiento (García y Martínez, 2010), tal y como se evidenció en los bloques de tipo narrativo de estos documentos. Esta misma tendencia se observa en secundaria, donde las ODA ofrecidas ponen mayor énfasis en una enseñanza de las ciencias con tendencia a la memorización (Banet, 2010). Dentro de los conocimientos de las ciencias, llama la atención la baja representación del contenido de sistemas tecnológicos, lo que da cuenta de la poca relevancia de este conocimiento en el currículum; sin embargo, este contenido responde a cuestiones fundamentales del conocimiento científico: cómo la tecnología soluciona problemas, cómo contribuye a satisfacer necesidades humanas y cómo aporta al progreso de la ciencia (OECD, 2013).

En tanto, las ODA acerca de los *conocimientos sobre la ciencia* resultaron escasas, en ambos niveles de enseñanza y en ambos documentos curriculares. Este tipo de conocimiento incluye aspectos tales como el origen del conocimiento científico, sus propósitos, el diseño de experimentos, la incertidumbre de las mediciones, la estabilidad de los resultados, los tipos de explicaciones científicas, la creatividad, etc. (OECD, 2009). La baja presencia observada de estos conocimientos en los textos escolares es coincidente con lo señalado por algunos autores (Garritz, 2010; Occelli y Valeiras, 2013), quienes plantean que los libros exponen una acumulación de contenidos, sin presentar los conflictos que dieron origen al conocimiento, ni su contexto histórico o social, pues se enfocan en el producto y no en el proceso, promoviendo una visión positivista de la ciencia. No obstante, la educación científica debe aproximar a los estudiantes al *conocimiento sobre la ciencia* (Banet, 2014), pues es la forma de que los estudiantes comprendan que los avances científicos son fruto del trabajo riguroso y en equipo de personas «normales» y no de momentos «geniales» de inspiración individual (Occelli y Valeiras, 2013). Por otra parte, el incluir ODA de conocimientos sobre las ciencias hace que las clases se acerquen más a los intereses personales, éticos, culturales y políticos, las hacen más estimulantes y reflexivas, lo que incrementa el pensamiento crítico (Garritz, 2010). Efectivamente, desarrollar el pensamiento crítico es un aspecto crucial para afrontar los desafíos y problemáticas que el medio ambiente plantea; no obstante, se ha constatado que los estudiantes incluso de nivel universitario presentan un bajo nivel de pensamiento crítico y un conocimiento superficial de problemáticas medioambientales, como lo es el cambio climático (Fernández-Ferrer, González-García y Molina-González, 2011).

El desarrollo de competencias científicas es el corazón de una enseñanza de la ciencia con enfoque de alfabetización científica, estas se relacionan con habilidades cognitivas claves del pensamiento científico, por ejemplo la toma de decisiones, el razonamiento inductivo-deductivo, la transformación de la información, la elaboración y la comunicación de explicaciones. Según los resultados, las competencias científicas suelen presentarse en los bloques llamados de actividades o ejercicios en los libros de texto; no obstante, de los 1.313 bloques de este tipo, solo 497 (38 %) promueven el desarrollo de estas habilidades, por lo tanto, la gran mayoría de ellas contienen preguntas que buscan la repetición del contenido expuesto en los textos narrativos. Esto es consistente con lo que señalan Occelli y Valeiras (2013), quienes afirman que faltan actividades de indagación, de selección y organización de datos, de análisis de evidencias y de comunicación de resultados.

Un elemento escasamente representado en el currículum pretendido de ciencias corresponde a las actitudes hacia los desafíos ambientales, lo cual contrasta con un importante propósito de la educación en Chile, como es valorar el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano y proteger el medio ambiente (MINEDUC, 2009, 2013). Estas actitudes involucran la responsabilidad individual por el mantenimiento de un entorno sostenible, sensibilidad por las consecuencias ambientales de las acciones individuales y voluntad para emprender acciones tendentes a la preservación de los recursos naturales. Martín Gámez *et al.* (2013) habían advertido del desequilibrio en los libros de texto en la distribución de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, presentando en mayor medida los contenidos conceptuales y en menor medida los contenidos actitudinales. Ofrecer ODA de contenidos actitudinales hacia el medio ambiente es muy relevante en la enseñanza de la ciencia, pues su inclusión en el currículum promueve el desarrollo de una conciencia ambiental y de una disposición responsable hacia el entorno (OECD, 2013). Asimismo, deben ser incluidas en las etapas de educación primaria, pues las actitudes comienzan a desarrollarse antes de los 14 años (Osborne y Dillon, 2008).

En cuanto a los contextos, que se configuran por las áreas de aplicación clasificadas en distintos niveles (personal, social y global) (OECD, 2013), se concluye que los contenidos y las actividades propuestas en relación con el medio ambiente se presentan descontextualizados. Incluir contextos permite conectar los contenidos sobre medio ambiente con las experiencias de los estudiantes, tanto de primaria como de secundaria, pues, «una ciencia en contexto debe ser el punto de partida para el desarrollo de las ideas científicas» (Criado *et al.*, 2014: 250). Asimismo, estas temáticas conforman elementos de riesgo que forman parte de los aspectos sociocientíficos que se incluyen dentro de los paradigmas de la enseñanza de la ciencia para el siglo XXI (Garritz, 2010).

El desequilibrio encontrado en este estudio en cuanto a la distribución de los componentes de alfabetización científica da cuenta de una incoherencia interna de los documentos analizados (Uribe y Ortiz, 2014). Cabe preguntarse qué distribución de los componentes de alfabetización científica sería la adecuada para responder a esta necesidad. Wilkinson (1999) afirma que debería existir un equilibrio curricular o proporciones semejantes entre los distintos elementos que conforman la alfabetización científica. Wilkinson (1999) ya advertía que la mayoría de estos documentos ponen el énfasis en la ciencia como cuerpo de conocimientos, especialmente en los libros de texto frente a los programas de estudio y en educación secundaria frente a primaria.

No cabe duda de que los contenidos científicos sobre medio ambiente son relevantes, sin embargo es necesario y urgente hacer una revisión de estos, especialmente en el momento en que se producen reformas o ajustes curriculares, por ejemplo haciendo una selección de los conceptos esenciales mediante un panel de expertos (Criado *et al.*, 2014; García y Martínez, 2010). Una elección cuidadosa de los contenidos nucleares a nivel de programas de estudio oficiales incidirá de manera indirecta en los libros de texto, pero no se debe confiar en que esto sucederá de forma automática, pues ninguna reforma educacional puede pasar por alto el rol del libro de texto debido al fuerte impacto que ejercen sobre la enseñanza (Lumpe y Beck, 1996).

La crisis ambiental exige ofrecer más ODA sobre la complejidad de la problemática ambiental; sin embargo, se evidencia falta de coherencia entre las ODA ofrecidas en el currículum de ciencias en Chile, la necesidad de alfabetización científica declarada en los documentos curriculares y la situación de emergencia planetaria. Los hallazgos del estudio podrían explicar, al menos en parte, el desempeño de los estudiantes chilenos en medio ambiente.

En síntesis, el currículum analizado no responde a la demanda de alfabetización científica ambiental. Resulta difícil imaginar que programas y textos escolares que promueven el aprendizaje de hechos o verdades científicas, con una tradición academicista y que no contempla actitudes y contextos, promuevan la comprensión de los cambios que se producen en el planeta y de las problemáticas que

dan origen a una emergencia global. De este modo aún queda camino por recorrer para ser un país formado de ciudadanos educados sobre el desarrollo sostenible como Chile aspira a serlo (Gobierno de Chile, 2015).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN (s.f.). Estudios Internacionales. Disponible en línea: <http://www.agenciaeducacion.cl/estudios-e-investigaciones/estudios-internacionales/>.
- ANDERSON, C., MOHAN, L., JIN, H., CHEN, J., PIETY, P., CHEN, H., DRANEY, K., CHOI, J. y LEE, Y. (2006). Learning Progressions toward Environmental Literacy: Carbon Cycling. Ponencia presentada en The National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
- BANET, E. (2010). Finalidades de la educación científica en Educación Secundaria: aportaciones de la investigación educativa y opinión de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 199-214.
- BLÖMEKE, S., SUHL, U., KAISER, G. y DÖHRMANN, M. (2012). Family background, entry selectivity and opportunities to learn: What matters in primary teacher education? An international comparison of fifteen countries. *Teaching and Teacher Education*, 28(1), 44-55.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.08.006>
- BYBEE, R. (2008). Scientific literacy, Environmental Issues, and PISA 2006: The Paul F-Brandwein Lecture. *Journal of Science Education and Technology*.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-008-9124-4>
- CEBRIÁN, G. y JUNYENT, M. (2014). Competencias profesionales en educación para la sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 32(1), 29-49.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.877>
- CHIAPPETTA, E. y FILLMAN, D. (2007). Analysis of Five High School Biology Textbooks Used in the United States for Inclusion of the Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847-1868.  
<https://doi.org/10.1080/09500690601159407>
- CHO, I. y KANG, Y. (2010). High School Students' Environmental Science Literacy for Water and Attitudes toward Environment. *The Environmental Education*, 23(4), 70-81.
- COHEN, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological measurement*, 20(1), 37-47.  
<https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- COVITT, B., GUNCKEL, K. y ANDERSON, C. (2009). Students' Developing Understanding of Water in Environmental Systems. *The Journal of Environmental Education*, 40(3), 37-51.  
<https://doi.org/10.3200/JOEE.40.3.37-51>
- COYLE, K. (2005). *Environmental Literacy in America*. Washington, DC, EE. UU.: The National Environmental Education y Training Foundation. Disponible en línea: <<http://www.neefusa.org/pdf/ELR2005.pdf>>.
- CRiado, A. M., Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A. y Cañal, P. (2014). ¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 249-266.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1069>
- FERNÁNDEZ-FERRER, G., GONZÁLEZ-GARCÍA, F. y MOLINA-GONZÁLEZ, J. (2011). El cambio climático y el agua: lo que piensan los universitarios. *Enseñanza de las ciencias*, 29(3), 427-438.



- FLODEN, R. (2002). The Measurement of Opportunity to Learn. En A. C. Porter and A. Gamoran (Eds.), *Methodological Advances in Cross-National Surveys of Educational Achievement*, (pp. 231-266). Washington, DC, EE.UU.: National Academy Press.
- GARCÍA, J. y MARTÍNEZ, F. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las ciencias*, 28(2), 175-184.
- GARCÍA-CARMONA, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 493-509.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1307>
- GARRITZ, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), 315-326.
- GOBIERNO DE CHILE. (2015). *Contribución nacional tentativa de Chile (INDC) para el acuerdo climático París 2015*. Santiago, Chile: Autor. Disponible en línea: <<http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/05/2015-INDC-web.pdf>>.
- GUNCKEL, K., MOHAN, L., COVITT, B. y ANDERSON, C. (2012). Addressing Challenges in Developing Learning Progressions for Environmental Science Literacy. In A. Alonzo y A. Wenk Gowals (Eds.), *Learning Progressions in Science* (39-75). Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_4)
- KHISHFE, R. (2014). A Reconstructed Vision of Environmental Science Literacy: The case of Qatar. *International Journal of Science Education*, 36(18), 3067-3100.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.951980>
- LANDIS, R. y KOCH, G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.  
<https://doi.org/10.2307/2529310>
- LUMPE, A. y BECK, J. (1996). A Profile of High School Biology Textbooks Using Scientific Literacy Recommendations. *The American Biology Teacher*, 58(3), 147-153.  
<https://doi.org/10.2307/4450103>
- MARTÍN GÁMEZ, C., PRIETO, T. y JIMÉNEZ LÓPEZ, A. (2013). El problema de la producción y el consumo de energía: ¿Cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 153-171
- MCDONNELL, L. (1995). Opportunity to Learn as a Research Concept and a Policy Instrument. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 17(3), 305-322.  
<https://doi.org/10.2307/1164509>  
<https://doi.org/10.3102/01623737017003305>
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2002). *Estudio sobre uso de textos escolares en enseñanza media. Equipo de seguimiento a la implementación curricular. Unidad de Currículum y Evaluación*. Santiago, Chile: Autor.
- (2009). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios, de la Educación Básica y Media. Actualización 2009*. Santiago, Chile: Autor.
- (2013). *Bases Curriculares Educación Básica*. Santiago, Chile: Autor. Disponible en línea: <[http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013\\_recurso\\_15.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-30013_recurso_15.pdf)>.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2009). *Política nacional de educación para el desarrollo sustentable*. Santiago, Chile: Autor. Disponible en línea: <[http://www.sinia.cl/1292/articles-46509\\_recurso\\_2.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-46509_recurso_2.pdf)>.
- (2011). *Informe del estado del medio ambiente*. Santiago, Chile: Autor. Disponible en línea: <[http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016\\_resumen\\_ejecutivo2011.pdf](http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016_resumen_ejecutivo2011.pdf)>.



- NEGEV, M., SAGY, G., GARB, Y., SALZBERG, A. y TAL, A. (2008). Evaluating the Environmental Literacy of Israeli Elementary and High School Students. *The Journal of Environmental Education*, 39(2), 3-20.  
<https://doi.org/10.3200/JOEE.39.2.3-20>
- OCCELLI, M. y VALEIRAS, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2009). *Green at Fifteen? How 15 year olds perform in environmental science and geoscience in PISA 2006*. OCDE Publishing, Paris.
- *PISA 2015 Draft Science Framework*. OCDE Publishing, Paris. Disponible en línea: <<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>>.
- OSBORNE, J. y DILLON, J. (coords.) (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation.
- SALINAS-CABRERA, D. (2016). Educación ambiental para el desarrollo y consumo sustentable en Chile. Una revisión bibliográfica. *Revista Electrónica Educare*, 20(2), 1-15.  
<https://doi.org/10.15359/ree.20.2.3>
- SCHEERENS, J. (2017). Conceptualization. En J. Scheerens (Ed.), *Opportunity to Learn, Curriculum Alignment and Test Preparation*, (pp. 7-22). Nueva York, EE.UU.: Springer.
- SCHERFF, L. y PIAZZA, C. (2008). Why Now, More Than Ever, We Need to Talk About Opportunity to Learn. *Journal of Adolescent y Adult Literacy*, 52(4), 342-352.  
<https://doi.org/10.1598/JAAL.52.4.7>
- SURVEY OF MATHEMATICS AND SCIENCE OPPORTUNITIES. (1995). *Curriculum Analysis Technical Report Series No. 2*. Document Analysis: Data Collection and Processing. Michigan State University.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2005). *UN Decade of Education for Sustainable Development 2005-2014. Draft International Implementation Scheme*. Paris, France: Autor. Disponible en línea: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937e.pdf>>.
- (2014). *Sustainable Development begins with Education*. Disponible en línea: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230508e.pdf>>.
- (2016). *Educación 2030 declaración de Incheon y marco de acción*. Disponible en línea: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002456/245656s.pdf>>.
- URIBE, M. y ORTIZ, I. (2014). Programas de estudio y textos escolares para la enseñanza secundaria en Chile: ¿qué oportunidades de alfabetización científica ofrecen? *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 37-52.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.968>
- VALVERDE, G., BIANCHI, L., WOLFE, R., SCHMIDT, W. y HOUANG, R. (2002). *According to the Book: Using TIMSS to Investigate the Translation of Policy into Practice Through the World of Textbooks*. Hingham, MA: Kluwer Academic Publishers.  
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-0844-0>
- VILCHES, A. y PÉREZ, G. (2009). Una situación de emergencia planetaria, a la que debemos y «podemos» hacer frente. *Revista de Educación*, número extraordinario, 101-122.
- WILKINSON, J. (1999). A Quantitative Analysis of Physics Textbooks for Scientific Literacy Themes. *Research in Science Education*, 29(3), 385-399.  
<https://doi.org/10.1007/BF02461600>
- WORLD WIDE FUND FOR NATURE. (2014). *Informe Planeta Vivo 2014: Personas y lugares, especies y espacios*. Gland, Suiza: Autor. Disponible en línea: <[http://www.footprintnetwork.org/images/article\\_uploads/Informe-PlanetaVivo2014\\_LowRES.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Informe-PlanetaVivo2014_LowRES.pdf)>.

## ANEXO I. INSTRUMENTO DE ANÁLISIS CURRICULAR

### 1. COMPETENCIAS EN CIENCIAS

#### 1.1 Identificar cuestiones científicas

Reconocer cuestiones que se pueden investigar de manera científica  
Identificar palabras clave para buscar información científica  
Reconocer las características principales de una investigación científica

#### 1.2 Explicar fenómenos de manera científica

Aplicar el conocimiento de las ciencias en una situación determinada  
Describir o interpretar fenómenos de manera científica  
Predecir cambios  
Identificar descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas

#### 1.3 Utilizar pruebas científicas

Interpretar pruebas científicas  
Extraer o comunicar conclusiones  
Identificar supuestos, pruebas y razonamientos que subyacen a las conclusiones  
Reflexionar sobre las implicaciones sociales del desarrollo científico y tecnológico

### 2. CONOCIMIENTOS

#### 2.1 CONOCIMIENTO DE LA CIENCIA

##### 2.1.1 SISTEMAS FÍSICOS

##### 2.1.1.1 Estructura de la materia

Átomos, iones, moléculas, elementos, compuestos, mezcla  
Mol, n.º de Avogadro  
Compuestos orgánicos: naturales, artificiales  
Tabla periódica  
Enlace químico

##### 2.1.1.2 Propiedades de la materia

Cambios físicos  
Estados de la materia  
Leyes de los gases

##### 2.1.1.3 Cambios químicos de la materia

Concepto de cambio químico  
Tipos de reacciones químicas  
Transferencia de energía en las reacciones químicas  
Energía y cambio químico, reacciones endotérmicas y exotérmicas  
Química nuclear  
Fisión, fusión, isótopos, vida media, transformaciones masa/energía

##### 2.1.1.4 La energía y su transformación

Tipos de energía  
Calor, temperatura, conductividad térmica  
Combustión  
Leyes de la termodinámica  
Radiación solar, ondas electromagnéticas, radiación ultravioleta, radioactividad

##### 2.1.1.5 Sistemas físicos y medio ambiente

Riesgos del uso de la energía nuclear  
Impacto ambiental de centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, geotérmicas

- Conservación de recursos materiales y energéticos
- Impacto ambiental de pesticidas, plástico, nylon, solventes industriales, fertilizantes, plomo, mercurio
- Incendios forestales
- 2.1.2 SISTEMAS VIVOS
  - 2.1.2.1 Poblaciones
    - Biodiversidad
    - Genética de poblaciones y variabilidad
    - Adaptación
    - Evolución y diversidad
    - Dinámica de poblaciones
    - Factores que inciden sobre el crecimiento poblacional
    - Población mundial: estadística de la población, tendencias, efectos del aumento de la población mundial
  - 2.1.2.2 Ecosistemas
    - Niveles de organización de la biósfera
    - Biomás terrestres, de agua dulce y marinos
    - Tundra, selva, sabana, humedales
    - Hábitats y nichos
    - Organismos productores consumidores y descomponedores
    - Cadenas y tramas alimentarias
    - Organismos productores y descomponedores en los ciclos biogeoquímicos
    - Fotosíntesis
    - Pirámides de biomasa y energía en los ecosistemas
    - Relaciones intra e interespecíficas
    - Componentes bióticos y abióticos
    - Medio rural / medio urbano
  - 2.1.2.3 Sistemas vivos y medio ambiente (efectos positivos)
    - Conservación de la biodiversidad
    - Desarrollo sostenible
    - Reciclaje y/o manejo de la basura
  - 2.1.2.4 Sistemas vivos y medio ambiente (efectos negativos)
    - Tala de bosques
    - Sobreexplotación de especies
    - Impacto de los organismos modificados genéticamente
- 2.1.3 SISTEMAS TERRESTRES Y ESPACIALES
  - 2.1.3.1 Estructuras de los sistemas terrestres (atmósfera)
    - Capas
    - Composición de la atmósfera
    - Efecto invernadero y su origen
    - Presión atmosférica
  - 2.1.3.2 Estructuras de los sistemas terrestres (litosfera)
    - Suelo
    - Usos del suelo
    - Rocas
    - Minerales

- 2.1.3.3 Estructuras de los sistemas terrestres (hidrosfera)
  - Glaciares, icebergs y antártica
  - Ciclo del agua
  - Importancia del agua para la vida
- 2.1.3.4 La energía en los sistemas terrestres
  - Fuentes de energía (renovables - no renovables)
- 2.1.3.5 El cambio en los sistemas terrestres
  - Energía, fuerza y movimiento, de fenómenos naturales
  - Ciclos biogeoquímicos
- 2.1.3.6 La Tierra en el espacio
  - Noche/día
  - Estaciones del año
  - Clima global
- 2.1.3.7 Sistemas terrestres y medio ambiente
  - Características de la Tierra esenciales para la vida
  - Efectos de la contaminación del aire, agua y suelo para la vida en la Tierra
  - Sobreexplotación recurso hídrico
  - Lluvia ácida
  - Importancia de la capa de ozono y posibles causas de su adelgazamiento
  - Calentamiento global y cambio climático
  - Impacto en la sociedad del avance del conocimiento científico relacionado con fenómenos que afectan al medio ambiente
  - Fenómenos naturales a gran escala y consecuencias para el entorno
  - Sobreexplotación de minerales
- 2.1.4 SISTEMAS TECNOLÓGICOS
  - 2.1.4.1 El papel de la tecnología basada en las ciencias (solución de problemas, ayuda para satisfacer necesidades y deseos humanos, diseño y realización de investigaciones)
  - 2.1.4.2 Relaciones entre ciencias y tecnología
  - 2.1.4.3 Conceptos (optimización, compensaciones, coste, riesgo, beneficio)
  - 2.1.4.4 Principios importantes (criterios, restricciones, coste, innovación, invención, solución de problemas)
- 2.2 CONOCIMIENTO SOBRE LAS CIENCIAS
  - 2.2.1 INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
    - 2.2.1.1 Origen
    - 2.2.1.2 Propósito
    - 2.2.1.3 Experimentos
    - 2.2.1.4 Datos (cuantitativos, cualitativos)
    - 2.2.1.5 Medida (incertidumbre, posibilidad de reproducir la medida, variación, exactitud/precisión)
    - 2.2.1.6 Características de los resultados (empíricos, tentativos, comprobables, susceptibles de ser falseados, capaces de corregirse por sí mismos)
  - 2.2.2 EXPLICACIONES CIENTÍFICAS
    - 2.2.2.1 Tipos (hipótesis, teoría, modelo, ley científica)
    - 2.2.2.2 Formación (conocimientos existentes y nuevas pruebas, creatividad e imaginación, lógica)

- 2.2.2.3 Reglas (coherentes desde un punto de vista lógico, basadas en pruebas, basadas en conocimientos históricos y actuales)
- 2.2.2.4 Resultados (nuevos conocimientos, nuevos métodos, nuevas tecnologías, nuevas investigaciones)

### 3. CONTEXTOS

- 3.1 Personal (uno mismo, familia y compañeros)
- 3.2 Social (la comunidad)
- 3.3 Global (la vida en todo el mundo)

### 4. ACTITUDES HACIA LOS DESAFÍOS AMBIENTALES

- Responsabilidad personal por el mantenimiento de un entorno sostenible
- Conciencia con respecto a las consecuencias medioambientales de las acciones individuales
- Voluntad para emprender acciones en favor de la preservación de los recursos naturales

### 5. ÁREAS DE APLICACIÓN

- 5.1 Recursos naturales
  - Consumo personal de materias y energía
  - Mantenimiento de las poblaciones humanas, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, suministro de energía
  - Elementos renovables y no renovables, sistemas naturales, crecimiento de la población, uso sostenible de especies
- 5.2 Medio ambiente
  - Conducta respetuosa con el medio ambiente, uso y eliminación de materias
  - Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto medioambiental, tiempo atmosférico local
  - Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control de la contaminación, producción y pérdida de suelo
- 5.3 Riesgos
  - Naturales e inducidos por el hombre, decisiones acerca de la vivienda
  - Cambios rápidos, cambios lentos y progresivos, valoración de riesgos
  - Cambio climático
- 5.4 Fronteras de la ciencia y tecnología
  - Interés en las explicaciones científicas de los fenómenos naturales, aficiones basadas en la ciencia, deporte y ocio, tecnología musical y personal
  - Nuevos materiales, inventos y procesos, modificación genética, transporte
  - Extinción de especies

---

# Opportunities to learn about the environmental issues in Chile's national science curriculum

Marianela Beatriz Navarro Ciudad

Centro de Investigación en Educación y Aprendizaje, Facultad de Educación, Universidad de Los Andes, Chile  
mnavarro@uandes.cl

Given the current critical environmental scenario, it is urgent to offer more Opportunities to Learn (OTL) that will allow future citizens to confront the impact of human beings on the planet.

The objective of this project is to evaluate to what extent the national science curriculum in Chile offers opportunities for scientific literacy in environmental topics. To this end, a content analysis was carried out with nine official study plans and nine school textbooks between 5th and 10th grades distributed by Chile's Ministry of Education. For this analysis, the Survey of Mathematics and Science Opportunities (SMSO) methodology was used, which consists of the following steps: 1) a definition of the units of analysis, which correspond to the large sections within the document; 2) the division of units into blocks, which correspond to smaller sub-units which are then defined by their sub-types (e.g., activities, figures, examples, etc.); and 3) coding of the blocks, in which each block is analysed and according to the content, and is assigned one or more codes defined in the curricular analysis instrument. In total, 5040 blocks from the various curricular documents were analysed. The consistency of the analysis was safeguarded by double coding, and showed good consistency ( $\kappa = .71$ ,  $p < .001$ ). Data were analysed with descriptive statistics by means of frequencies or percentages of the identified codes. An analysis was conducted for both primary and secondary grades and also by type of curricular document (study plan or textbook).

Results show a predominance of scientific knowledge (64 %), higher than the other four aspects from the PISA framework for sciences (scientific skills, 24 %; contexts, 4 %; attitudes towards environmental challenges, 3 %; and application areas, 5 %). The same tendency is observed across curricular documents and across school level (primary or secondary).

In conclusion, the emphasis, in terms of OTL, is focused on scientific knowledge; this is to say on understanding concepts and theories of the different scientific disciplines. This way of teaching is based on the transmission of information, exposing contents through lectures. This is particularly evident in the school textbooks.

Therefore, the OTL regarding scientific knowledge are scarce in both primary and secondary levels, in both curricular documents. Including OTL for scientific knowledge makes classes more stimulating and reflexive, increasing critical thinking.

A scarcely represented element in the intended curriculum corresponds to attitudes towards environmental challenges, which contrasts with an important educational purpose in Chile, which is to value the natural environment and its resources as a context for human development and to protect the environment.

Regarding context, it is obvious that contents and activities proposed are presented without context, which makes the connection with student experiences in primary and secondary education more difficult.

The complexities of the environmental crisis require the offering of more OTL. However, evidence shows a lack of coherence between the OTL offered in the science curriculum in Chile, and the need for scientific literacy declared in the curricular documents and the situation of emergency faced by the planet.

In summary, the curriculum analysed does not respond to the current demands of scientific and environmental literacy. It is difficult to imagine that study plans and textbooks that promote the learning of scientific facts, in an academic tradition, that do not consider attitudes or context, could foster a deeper understanding of the changes taking place on the planet and the problems leading to the global crisis. In this sense, Chile still has a long way to go in creating citizens who are educated in sustainable development, as the country desires.



