



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

terce

• Tercer Estudio  
• Regional Comparativo  
• y Explicativo

APORTES  
PARA LA  
ENSEÑANZA  
DE LAS  
**CIENCIAS  
NATURALES**



Publicado en 2016 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia y la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, OREALC/UNESCO Santiago.

© UNESCO 2016



Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de acceso abierto ([www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp)).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO ni comprometen a la Organización.

Diseño y diagramación:  
Acento en la Ce SPA. [www.acentoenlace.cl](http://www.acentoenlace.cl)

*Impreso en Chile*

# PRE

## CRÉDITOS

**Aportes para la Enseñanza  
de Ciencias Naturales**  
Este informe ha sido elaborado por  
MIDE UC por encargo de la  
Oficina Regional de Educación para  
América Latina y el Caribe,  
OREALC/UNESCO Santiago

### **Autores**

**M. Paulina Flotts  
Jorge Manzi  
Gabriel Romero  
Alexis Williamson  
Erica Ravanal  
Mayin González  
Andrea Abarzúa**

## AGRADECIMIENTOS

La OREALC/UNESCO Santiago agradece especialmente por la revisión del contenido técnico de esta publicación al Dr. Patricio Felmer, investigador del Centro de Investigación Avanzada en Educación, CIAE, y del Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile.

Las precisiones y comentarios aportados por el Dr. Felmer han sido una valiosa contribución para que este volumen, Aportes para la Enseñanza de las Ciencias Naturales, sea un documento de gran calidad y contribuya efectivamente al desarrollo de las capacidades docentes en la región.

La OREALC/UNESCO Santiago agradece también en forma particular a la especialista de área del Ministerio de Educación y Deportes de Argentina, María Florencia Carballido, y a la especialista de área del Ministerio de Educación y Cultura de Uruguay, Marcela Armúa, por sus valiosos comentarios a este documento.

# FACILIDAD

La educación juega un papel primordial y transversal en la vida de las personas, al ser una herramienta que ayuda a crear sociedades más justas, equitativas y tolerantes. La Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 así lo reconoce, al incluirla no solo como Objetivo N° 4, que establece “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y de promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos y todas”, sino al darle un protagonismo que atraviesa todos los demás ODS.

En este contexto, y teniendo como marco de referencia el Derecho a la Educación, es que OREALC/UNESCO Santiago, a través del Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación, LLECE, presentó en el 2015 los resultados principales del Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo, TERCE. El estudio, que mostró los logros de aprendizaje y sus factores asociados en 15 países de América Latina más el estado mexicano de Nuevo León, ha sido una contribución a la toma de decisiones de políticas educativas y al mejoramiento de los sistemas educativos en general.

Sin embargo, el TERCE también busca ser un instrumento que sirva a los principales actores del quehacer educativo: los docentes.

Existe un amplio consenso que ratifica que el docente es el actor vinculante más importante en el logro de aprendizaje del estudiante. Por esta razón, la OREALC/UNESCO Santiago presenta la colección Aportes para la Enseñanza, en las cuatro áreas pedagógicas que cubre el TERCE (Lectura, Escritura, Matemática y Ciencias Naturales). Esta publicación constituye una poderosa herramienta para el fortalecimiento de las capacidades docentes, al aportar a este importante grupo orientaciones que les permita ajustar sus prácticas pedagógicas en el aula.

Aportes para la Enseñanza de Ciencias Naturales es un texto cuyo valor radica en ofrecer elementos prácticos al docente, que hagan efectiva la enseñanza de esta importante materia en un mundo donde la investigación científica se hace cada vez más pertinente para solucionar problemas de la vida cotidiana de las personas y los grandes problemas que aquejan a nuestro planeta.

Con este documento, los resultados del TERCE se aterrizan en un nivel conceptual y práctico enfocado a los docentes, relevando el valor de una evaluación masiva no solo para la investigación y la elaboración de políticas sectoriales en educación, sino para el trabajo diario en el salón de clases. Contamos con que los Aportes para la Enseñanza cumplan a cabalidad este objetivo y, con ello, a los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

**Atilio Pizarro**

Jefe de la Sección Planificación, Gestión, Monitoreo y Evaluación UNESCO Santiago  
Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe

# CONTENIDOS

## **5** Prefacio

## **9** El Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE)

9- Propósito del estudio

10- Propósito de este libro

## **12** La enseñanza y la evaluación de las ciencias naturales

12- Propósitos y objetivos de la enseñanza de las ciencias naturales

14- Características y orientación de la enseñanza de las ciencias naturales

17- Habilidades a desarrollar con la enseñanza de las ciencias

19- La relación entre el conocimiento científico y la vida cotidiana

## **21** La prueba TERCE de ciencias naturales

21- Aspectos evaluados en la prueba de ciencias naturales del TERCE

22- Tabla de especificaciones y estructura de la prueba

## **27** Resultados por dominio y proceso cognitivo en ciencias naturales

27- Resultados por dominio y proceso cognitivo en la región

28- Resultados por dominio y proceso cognitivo evaluado en cada uno de los países participantes en el estudio

28- Resultados según dominio evaluado

30- Resultados según proceso cognitivo evaluado

## **32** Resultados de los estudiantes y alternativas para el trabajo docente

**32-** Niveles de desempeño en la prueba de ciencias naturales

**35-** Ejemplos de preguntas de los distintos niveles de desempeño.

**35-** Nivel I de desempeño

**36-** Nivel II de desempeño

**40-** Nivel III de desempeño

**43-** Nivel IV de desempeño

## **46** Propuestas de prácticas para el aula con el fin de abordar los aprendizajes en ciencias naturales: Cómo hacer que los alumnos alcancen los niveles de desempeño más altos

**46-** Reconocer necesidades vitales

**48-** Clasificar seres vivos

**49-** Interpretar información

**51-** Determinar efectos de prácticas comunes

**52-** Reconocer conclusiones de una actividad experimental

**53-** Comprender interacciones entre sistemas corporales

**54-** Relacionar un diseño experimental con la pregunta que se quiere responder

**55-** Interpretar redes tróficas

## **58** Síntesis, discusión y proyecciones del estudio

## **60** Referencias bibliográficas



# El Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE)

## Propósito del estudio

Durante las últimas décadas, los países de América Latina y el Caribe han conseguido avances significativos en materia de alfabetización y cobertura de sus sistemas educativos, pero continúa pendiente el desafío de mejorar la calidad de la educación. Ya desde el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) del Laboratorio Latinoamericano de la Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE), realizado en el año 2006 en 16 países de la región, se constata, por ejemplo, que algo más de la mitad de los niños de sexto grado alcanza apenas los niveles de desempeño inferiores en lectura, matemática y ciencias (niveles I y II, de cuatro niveles posibles). Resultados que muestran la magnitud del déficit en el objetivo de conseguir que los estudiantes adquieran los aprendizajes necesarios para un dominio más profundo de los conocimientos y un desarrollo de habilidades más avanzadas en las distintas disciplinas evaluadas.

A partir de antecedentes como éste, el LLECE impulsa la realización del Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE), el que se aplica en 15 países y un

estado subnacional, entre los años 2010 y 2014. El propósito principal de este estudio es evaluar la calidad de la educación en los países de América Latina y el Caribe y, junto con ello, identificar factores asociados a los logros de aprendizaje. De este modo, TERCE no solamente busca entregar un diagnóstico acerca de los niveles de aprendizaje de los estudiantes de la región, sino también aportar información que contribuya a la identificación de factores asociados a dichos logros, para que, a partir de ese conocimiento, se contribuya en la formulación de políticas públicas.

TERCE evaluó logros de aprendizaje en las disciplinas de lenguaje (lectura y escritura) y matemática en tercer y sexto grados de escuela primaria y, además, ciencias naturales en sexto grado. El Estudio comenzó el año 2010 con la XXVI Reunión de Coordinadores Nacionales en la ciudad de Brasilia (13 y 14 de diciembre). Desde entonces, la Coordinación Técnica del LLECE en la OREALC/UNESCO Santiago, en colaboración con las Coordinaciones Nacionales y con sus socios implementadores, MIDE UC y la Universidad Diego Portales (UDP), ejecutaron este proyecto de acuerdo a las siguientes fases:

<b>Año</b>	<b>Tarea</b>	<b>Institución a cargo</b>
<b>2011</b>	<b>Análisis curricular</b>	<b>ICFES</b>
	<b>Elaboración de ítems</b>	<b>MIDE UC, países</b>
<b>2012</b>	<b>Desarrollo marco de factores asociados</b>	<b>MIDE UC, UDP</b>
	<b>Elaboración de cuestionarios</b>	<b>UDP</b>
	<b>Diseño muestral</b>	<b>OREALC / UNESCO Santiago</b>
	<b>Desarrollo software</b>	<b>IEA</b>
	<b>Arbitraje de muestreo</b>	<b>IEA</b>
	<b>Aplicación piloto</b>	<b>MIDE UC, UDP, países</b>
<b>2013</b>	<b>Aplicación definitiva</b>	<b>MIDE UC, UDP, países</b>
<b>2014</b>	<b>Análisis y elaboración de informes</b>	<b>MIDE UC, UDP, OREALC / UNESCO Santiago</b>

Tal como se indicó previamente, en el TERCE participaron 15 países más el estado mexicano de Nuevo León. En total, se evaluaron 195.752 estudiantes distribuidos en 3.065 escuelas.

Para lograr su objetivo, el TERCE utiliza dos tipos de instrumentos de recolección de información. El primero corresponde a pruebas de evaluación de aprendizaje y el segundo, son los cuestionarios de contexto. Estos cuestionarios fueron desarrollados tomando en consideración el marco teórico del estudio. El TERCE cuenta con cuestionarios para estudiantes, familias, profesores y directores. La información consultada mediante estos instrumentos hace posible realizar análisis de factores asociados y en el reporte correspondiente se dan a conocer algunos hallazgos sobre la relación entre resultados de aprendizaje y: (1) características de las escuelas; (2) características de los docentes; y, (3) características socioeconómicas de los estudiantes y sus familias.

Para la construcción de las pruebas se desarrollaron talleres de elaboración de ítems con la presencia de los países participantes del estudio. Estos talleres tenían el doble objetivo de elaborar los instrumentos necesarios para la evaluación de los aprendizajes y de capacitar técnicamente a los equipos nacionales. El primer

paso para la construcción de los instrumentos consistió en una revisión de los marcos curriculares de los países participantes, el cual estuvo a cargo del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). Esta acción permitió identificar los elementos comunes en los currículos y así definir una estructura de prueba pertinente para medir la calidad de la educación a nivel regional.

Finalmente, cabe precisar que los resultados sobre logros de aprendizaje se trabajaron bajo dos perspectivas. Por una parte, se obtuvo la puntuaciones medias de cada país en cada prueba (en una escala con una media de 700 puntos y una desviación estándar de 100) y por otra, se establecieron puntos de corte para definir los niveles de desempeño en cada prueba, lo que permite diferenciar los porcentajes de estudiantes que quedan ubicados en cada nivel y, a partir de ello, conocer qué saben y son capaces de hacer en las disciplinas evaluadas.

## **Propósito de este libro**

Este libro forma parte de una colección más amplia denominada “Aportes para la Enseñanza”. Se trata de cuatro ejemplares, uno por cada área evaluada (lectura, escritura, matemática y ciencias naturales), todos con el mismo propósito fundamental: utilizar los resultados del TERCE para acercar los resultados de la



evaluación de logros de aprendizaje a los docentes y entregarles herramientas para su trabajo en el aula.

La evaluación adquiere sentido cuando es capaz de generar información que sirva para tomar decisiones e iluminar las acciones de mejora. Diseñar intervenciones educativas e implementar remediales sin contar con datos confiables acerca de los niveles de aprendizaje de los estudiantes aumenta el riesgo de desviar el foco y no distinguir aquellos ámbitos que realmente requieren apoyo y mejoramiento; en otras palabras, puede haber un esfuerzo y una inversión de tiempo, energía y recursos que estén desalineados de las verdaderas necesidades de los estudiantes, escuelas y sistemas educativos, transformándose en esfuerzos e inversiones que no den los frutos esperados. Por otra parte, una evaluación, por muy robusta que sea técnicamente, pero que no genere información de calidad para ser usada por docentes y directivos, también es un esfuerzo y una inversión que no genera impacto.

Desde esta perspectiva, la colección de “Aportes para la Enseñanza”, que también tuvo una versión a partir de los resultados de SERCE, se actualiza en base a los resultados del TERCE. Lo que se busca es, entonces, movilizar el trabajo educativo, dando luces respecto de las áreas que aparecen como más descendidas y que requieren, por tanto, ser trabajadas con mayor énfasis, fuerza y dedicación. Se trata de hacer fecunda la evaluación que con tanto esfuerzo se llevó adelante en el marco del TERCE por los países e instituciones asociadas.

Este libro, “Aportes para la enseñanza las Ciencias Naturales”, se organiza en cuatro secciones. La primera presenta el enfoque de la enseñanza de las ciencias naturales en la región, a partir de la revisión del análisis curricular que sirve como marco de evaluación de las pruebas, especificando los propósitos, objetivos, características y orientación de la enseñanza de esta disciplina. La segunda hace una presentación de la prueba TERCE,

detallando los aprendizajes que evalúa. La tercera sección muestra los resultados de los estudiantes en los distintos dominios y procesos cognitivos evaluados en las pruebas del TERCE y sexto grados. En la cuarta sección se entregan ejemplos de preguntas representativas de distintos niveles de logro en las pruebas y se aportan sugerencias o propuestas de prácticas pedagógicas para promover que los estudiantes alcancen los niveles más avanzados.

Confiamos en que el texto “Aportes para la Enseñanza de las Ciencias Naturales” sea un valioso insumo para que los maestros puedan sacar provecho de los resultados del TERCE, transformándose en una herramienta de trabajo que vaya en beneficio de los estudiantes. Este hecho constituye uno de los objetivos esenciales de OREALC/UNESCO Santiago con la calidad de la educación y en particular con la evaluación de ésta, pues consideramos que el destino final de los estudios debe ser el aula, donde efectivamente tienen lugar los procesos de mejora del aprendizaje. Este es el valor y fin último de los textos de “Aportes para la Enseñanza”, y es el esfuerzo en que estamos comprometidos.

**(...) una evaluación, por muy robusta que sea técnicamente, pero que no genere información de calidad para ser usada por docentes y directivos, es un esfuerzo y una inversión que no genera impacto.**



# La enseñanza y la evaluación de las ciencias naturales

En esta sección se presenta el enfoque de la enseñanza de las ciencias naturales en la región, a partir de la revisión del análisis curricular que sirve como marco de evaluación de las pruebas, especificando los propósitos, objetivos, características y orientación de la enseñanza de esta disciplina. Además, se indica el modo en que es posible monitorear el avance de los estudiantes en la adquisición de los aprendizajes considerados centrales.

## Propósitos y objetivos de la enseñanza de las ciencias naturales

El reconocimiento de que todos los estudiantes deberían egresar de la escuela con un conocimiento básico de las ideas y procedimientos de la ciencia está tan extendido, que llega incluso a ser universal (Harlen, 2010). Este reconocimiento es expresado en términos de los propósitos y objetivos de la enseñanza de las ciencias desde distintos puntos de vista, por diversos actores del ámbito educativo, tales como organizaciones internacionales, académicos, y, desde luego, por los países de la región a través de sus currículos.

La *International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)*, en el marco de evaluación de TIMSS del año 2009, señala que en el mundo de hoy una comprensión de las ciencias es imperativa, ya que los ciudadanos requieren tomar decisiones informadas sobre ellos mismos y sobre el mundo que los rodea (TIMSS, 2009). Por su parte, la OCDE (OCDE, 2013) señala la necesidad de que la población tenga una alfabetización científica y, en este contexto, hace referencia a la importancia de que los individuos posean un conocimiento acerca de las ideas y conceptos centrales que forman las bases del pensamiento científico y tecnológico, y también cómo este pensamiento se ha generado y el grado en el cual se basa en evidencia o en explicaciones teóricas. Esto implica que, además de tener conocimientos científicos y la capacidad de aplicarlos, es necesaria la comprensión de cómo opera la ciencia y el desarrollo de ciertas habilidades que le son propias, es decir, mirar la ciencia de una forma más holística. En la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, se concluyó: “Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades

fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y de la tecnología es un imperativo estratégico” (Declaración de Budapest, 1999).

Una visión social de las ciencias ha sido desarrollada también por diversos autores, como B. Macedo y colaboradores (2006), quienes señalan que los beneficios de la ciencia y de la tecnología se traducen en inequidad e injusticia por su desigual distribución, tanto entre países como dentro de éstos, existiendo grupos excluidos del conocimiento científico y sus beneficios. Plantean que la ciencia y la tecnología no solo deben mejorar las condiciones de quienes viven en situaciones de pobreza, sino que los avances científicos deben ser bien utilizados por la ciudadanía toda y, para que esto sea posible, deben conocerlos. De ahí que la educación científica pasa a ocupar un rol clave para mejorar la calidad de vida y la participación ciudadana. Desde esta perspectiva, la mejora de la educación científica es urgente no solo para que los estudiantes aprendan ciencias, sino que se debe asegurar el acceso de todas y todos al conocimiento científico como compromiso ético de disminuir la exclusión y terminar con la concentración del conocimiento, que significa concentración del poder. De este modo, cada uno desarrollará plenamente sus potencialidades y su propia identidad para integrarse y aportar en el medio donde vive, para actuar, interactuar y tener posibilidades de transformarlo (Macedo y cols., 2006).

P. Rodríguez y colaboradores (2011), desde otro punto de vista, señalan que, reconociendo a la educación en ciencias como una actividad humana, en el marco de una cultura particular, es necesario destacar el valor del lenguaje, considerado más que un mero instrumento para la comunicación. “Así, el lenguaje escolar –utilizado desde preescolar hasta secundaria– también puede ser mucho más que descripciones y definiciones (...); es evolutivo y cambia a medida que lo hace la actividad científica, y proporciona recursos para argumentar e interactuar (...) Además, el lenguaje permite comunicar las propias

ideas –a través de diferentes formas de representación –, interpretar las de los demás, establecer nuevas relaciones y construir conocimientos (...) Por lo tanto, educar en ciencias implica enseñar a “pensar”, “hacer” y “hablar” o a “comunicar” sobre los sucesos del mundo natural” (pág.27).

Para Harlen (Harlen, 2010), otro objetivo de la enseñanza de las ciencias es darle cabida al encantamiento de las personas al tomar contacto con el entorno natural y al placer por descubrir relaciones o encontrar respuestas a las preguntas que se hacen ante fenómenos cotidianos. Esta autora plantea como el primero de “Diez principios de la educación en ciencias”: “A través de los años de escolaridad obligatoria, las escuelas deberían aspirar sistemáticamente, por medio de sus programas de ciencias, a desarrollar y mantener viva la curiosidad acerca del mundo, el gusto por la actividad científica y la comprensión sobre cómo pueden explicarse los fenómenos naturales”. (Harlen, 2010, pág.6). Este principio refiere a que la ciencia debería ser reconocida por los estudiantes como una actividad efectuada por personas que los incluye a ellos mismos. Sus experiencias personales no solo deberían generar emoción y satisfacción, sino que deberían convencerlos de que, a través de la indagación activa, pueden aportar a su propio conocimiento, generando una respuesta emotiva que estimule futuros aprendizajes. “El involucrarse en la indagación científica ofrece a los alumnos el placer de descubrir por sí mismos e inicia la apreciación de la actividad científica y del poder y limitaciones de las ciencias” (Harlen, 2010, pág. 7).

Los países de América Latina y el Caribe, no obstante haber transitado por un camino largo para materializar la convicción de la necesidad del aprendizaje de las ciencias, actualmente concuerdan en varios aspectos. El análisis de los currículos, hecho por ICFES (OREALC/UNESCO, 2013), mostró los puntos de convergencia: por un lado, se plantea que la enseñanza intenta sentar las bases para

la comprensión de nociones y conceptos de las ciencias como aporte para la toma de decisiones en ámbitos cotidianos, según criterios no solo científicos sino también éticos. En esa línea, los currículos promueven que, a través de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, los estudiantes puedan desenvolverse con éxito en un ambiente crecientemente tecnologizado, procurando una mejora en la calidad de vida de todos y todas.

También hay consenso en la promoción del desarrollo de competencias científicas, como forma de fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de tomar decisiones fundadas a partir de un análisis objetivo y consistente. Se considera como afán común de todos los países, el desarrollo de una cultura científica y tecnológica que no solo permita comprender el mundo y actuar en éste, sino que incluya criterios para hacerlo responsablemente y visibilizando la dimensión social de las ciencias.

En síntesis, lo que se busca es una enseñanza de las ciencias que permita “desarrollar una actitud comprensiva de los problemas globales, utilizando la ciencia como un referente de conocimiento, en el cual los conceptos se articulan con lo ético y lo estético (lo bello de aprender), facilitando nuevos lenguajes para aprender a pensar el mundo y sus conflictos, un ciudadano que desarrolle el gusto por el pensamiento científico, reflexionando su propia experiencia de contribuir a las transformaciones de una sociedad injusta, en fin, recrear la ciencia y la tecnología, entendiéndola como una estrategia propicia para la convivencia, la participación y la educación valórica”. (Macedo y cols., pág. 12)

## **Características y orientación de la enseñanza de las ciencias naturales**

A partir de esta mirada sobre los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales, se plantean algunas reflexiones en torno al qué y cómo enseñar.

En el contexto de un conocimiento científico cada vez más vasto y a la vez específico, aparece como importante el visualizar y relevar cuáles son las ideas y conceptos centrales de la ciencia que subyacen a los distintos contenidos posibles de abordar. Para efectos de la evaluación TERCE, estas ideas y conceptos centrales fueron definidos a partir de los cruces de los currículos de los países de la región y agrupados en ciertos dominios de contenido y procesos cognitivos (tal como se presenta en la sección de este documento que describe la prueba). Esto implicó una selección y, por lo tanto, el establecimiento de ciertos criterios para hacer dicha selección.

A la hora de enseñar las ciencias, se hace necesario hacer ciertas consideraciones, a modo de criterios, para seleccionar lo que se va a enseñar. Harlen (2010) propone realzar aquellos contenidos que permiten un espectro amplio de aplicación, esto es, que posibiliten a los estudiantes la comprensión de un gran número de objetos, acontecimientos y fenómenos a los que se puedan ver enfrentados, tanto en su vida escolar como posteriormente. En este contexto, la misma autora señala que aparecen como de gran importancia aquellos contenidos que proporcionen a los estudiantes una base para comprender los problemas involucrados en la toma de decisiones que afectan la salud personal y el bienestar de los demás, el medio ambiente y el uso de la energía, y también aquello que permita responder o buscar respuestas al tipo de preguntas que se hacen las personas acerca de sí mismos y el mundo natural.

Por otra parte, la enseñanza de las ciencias posibilita que, además de adentrarse en el conocimiento de ideas y conceptos, se pueda acercar a los estudiantes al conocimiento de la propia ciencia y aquí también hay aspectos centrales que merecen atención y consideración.

El conocimiento acerca de la ciencia generalmente se subdivide en dos áreas:

por un lado la naturaleza del conocimiento científico, *la naturaleza de la ciencia*, y por otro, la percepción de cómo ese conocimiento es desarrollado, *la investigación científica*. En relación a la enseñanza de *la naturaleza de la ciencia*, Lederman (2013) destaca, sobre la naturaleza del conocimiento científico, la necesidad de que se comprendan ciertas características: que es provisional (sujeto a cambio), que tiene base empírica (basado y/o derivado de observaciones del mundo natural), que es subjetivo (cargado de compromisos teóricos), que necesariamente implica la inferencia humana, la imaginación y la creatividad (se refiere a la invención de explicaciones), y lo que está social y culturalmente integrado. Otros dos aspectos que señala como importantes son la distinción entre observaciones y deducciones, así como las funciones y relaciones entre las teorías científicas y las leyes.

En relación a *la investigación científica*, Lederman (2013) propone que los estudiantes lleguen a comprender que esta se extiende más allá del mero desarrollo de habilidades, tales como la observación, deducción, clasificación, predicción, medición, el planteamiento de preguntas, la interpretación y el análisis de datos. Según este autor, la investigación científica incluye los procesos científicos tradicionales y la combinación de estos procesos con el conocimiento científico, el razonamiento científico y el pensamiento crítico para desarrollar el conocimiento científico. La investigación científica, en pocas palabras, se refiere a los enfoques sistemáticos utilizados por los científicos en un esfuerzo por responder a sus preguntas de interés.

Suele ocurrir que tanto los estudiantes de primaria y secundaria, como el público en general, tienen una visión equivocada de la investigación científica que ha resultado de la educación, los medios de comunicación y del formato de la mayoría de los informes científicos (Lederman, 2013). Esta visión distorsionada es lo que se ha llamado

“método científico”, caracterizado como un conjunto fijo y secuencial de pasos que todos los científicos siguen al intentar responder a preguntas científicas. Se hace necesario, en cambio, que los estudiantes comprendan la visión contemporánea de la investigación científica, esto es, que las preguntas guían una aproximación y que las aproximaciones varían ampliamente dentro y entre las disciplinas científicas.

El conocimiento acerca de la naturaleza de las ciencias y de la investigación científica provee un marco de referencia para el conocimiento científico. Si los estudiantes no llegan a una adecuada comprensión de cómo se genera el conocimiento científico y las consecuencias que el proceso de generación tiene para el estatus y limitaciones del conocimiento, adquieren un conocimiento científico descontextualizado, lo que atenta contra las posibilidades de que sea usado para tomar decisiones informadas.

En cuanto al cómo enseñar, las concepciones han variado a lo largo del tiempo. Según lo planteado por Leymonié (2009), en los años sesenta sobresale una concepción donde el profesor tiene el rol de transmisor de conocimiento y los estudiantes son vistos como meros receptores de los mismos. Más adelante se producen cambios de enfoque, dando al estudiante un rol más activo, permitiéndosele al niño y al joven descubrir por sí mismos los diversos conceptos científicos, apelando a un proceso de maduración espontánea. Luego, se comenzó a dar importancia a los preconceptos de los estudiantes, la influencia del significado que dan a las concepciones que ellos tienen en un determinado ámbito del conocimiento.

Estas ideas derivaron en enfoques de la enseñanza de las ciencias basados en la construcción de los conceptos científicos a partir del conocimiento que los estudiantes traen consigo, y en los procesos de cambio conceptual, procedimental y actitudinal. Se relacionó, posteriormente, lo que ocurría en

los estudiantes con la historia de la evolución de las concepciones científicas, situación que provocó cambios metodológicos. Cobró importancia la elaboración de hipótesis, el diseño y ejecución de experimentos, y el análisis de los resultados. La elaboración de las hipótesis juega un papel fundamental en el trabajo del científico y cabe suponer que también lo tiene para el estudiante. La confrontación de las ideas previas con los resultados obtenidos puede producir conflictos cognitivos que desencadenen una modificación conceptual, tal como ha sucedido en la historia de la ciencia. Otro aspecto que se integró en la enseñanza de los diferentes temas es la historia y la filosofía de la ciencia, con la consiguiente valorización del papel del contexto social, económico, cultural y político que rodea a los acontecimientos científicos.

La evolución en las concepciones del cómo acercarse a la enseñanza de las ciencias ha tenido como telón de fondo las distintas visiones provenientes de la psicología del aprendizaje. Así, diversos postulados han tenido influencia: por ejemplo, Piaget, al señalar que “una verdad aprendida no es más que una verdad a medias, mientras que la verdad entera debe ser reconquistada, reconstruida o redescubierta por el propio alumno” (Piaget, 1950, pág. 35), da pie a un enfoque donde el hacer del estudiante cobra gran importancia. Desde esta perspectiva, el rol de la educación consiste en proveer las oportunidades y los materiales para que los niños puedan aprender activamente y formar sus propias concepciones (Arancibia, Herrera y Strasser, 1997). Como es conocido, desde la mirada de Piaget, hay otro factor que influye en la posibilidad de alcanzar ciertos aprendizajes, en particular científicos, y esto es el nivel de desarrollo cognitivo. Desde esta perspectiva sería necesario alcanzar la etapa de las operaciones formales como prerrequisito para lograr ciertos conocimientos científicos.

Por otra parte, desde la perspectiva de Vygotsky y su concepción del aprendizaje,

éste depende tanto de las características personales como del contexto. En este sentido, se establece una relación de colaboración entre el estudiante y el adulto, generando que el niño emplee signos que voluntariamente aún no puede ejercer, pero que, gracias a la colaboración entre pares, podría internalizar pronto, apropiándose de ellos (Baquero, 1997). De esta forma el aprendizaje no queda supeditado al estado de desarrollo del estudiante, sino que se produce una interacción entre quienes acompañan al estudiante y éste, donde el aprendizaje potencia el desarrollo cognitivo.

Y, finalmente, en la línea de autores fundamentales de la psicología cognitiva, es relevante mencionar la perspectiva de Ausubel, quien plantea que lo más importante es que el aprendizaje sea significativo, y que esto ocurre cuando la nueva información se enlaza con un aspecto relevante de los conceptos o proposiciones que ya posee quien está aprendiendo (Arancibia, Herrera y Strasser, 1997).

Diversos autores, atendiendo de alguna manera a las consideraciones antes mencionadas, señalan algunas de las características que en la actualidad debería tener la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, Harlen (2010) detalla varias características que deben tener las actividades que se les proponen a los estudiantes en la clase de ciencias:

- Deben ser una fuente de satisfacción y asombro, pero al mismo tiempo desarrollar comprensión, es decir, ninguna actividad debería estar libre de contenido científico aun cuando parezca emplear habilidades utilizadas en la ciencia.
- Deben relacionarse con la vida y el bienestar de los niños, es decir, que los estudiantes puedan vincularlas con sus experiencias de todos los días y sus aprendizajes previos.

- Deben desarrollar ideas sobre la ciencia, habilidades de indagación científica<sup>1</sup> y disponibilidad para encontrar y registrar evidencias.

Considerando que la enseñanza de las ciencias apunta a la necesidad de que los estudiantes adquieran un conocimiento básico sobre las ideas centrales de la ciencia y su forma de proceder, y no pretende prepararlos para una formación científica profesional, es imprescindible visualizar cuáles son las ideas y conceptos centrales de la ciencia y su forma de proceder que es necesario desarrollar. Como criterio de selección, puede considerarse aquellos temas que posibiliten la comprensión de un gran número de objetos, acontecimientos y fenómenos a los que se puedan enfrentar los estudiantes, en el período escolar o en la vida adulta. Y también aquello que permita responder o buscar respuestas al tipo de preguntas que se hacen las personas acerca de sí mismos y el mundo natural.

## Habilidades a desarrollar con la enseñanza de las ciencias

La educación en ciencias ayuda a los estudiantes a comprender el mundo desde la óptica del conocimiento científico y les posibilita el desarrollo de una forma de razonar y actitudes que les proporcionan una mejor integración y respuesta a las demandas de la sociedad actual.

La educación en ciencias provee a los estudiantes oportunidades para desarrollar y practicar diferentes tipos de habilidades. Por un lado, las que se relacionan más directamente con la actividad de la ciencia y por otro, habilidades que se relacionan con otros ámbitos de la vida escolar y adulta.

Las habilidades relacionadas con la investigación científica, o con el pensamiento científico que se pueden desarrollar a través de la enseñanza de las ciencias, tienen diferentes grados de complejidad. Las posibilidades de desarrollo de estas habilidades dependen, por una parte, de las características de los estudiantes, la etapa de desarrollo en que se encuentren y por otra, de los contextos y las experiencias de aprendizaje que sean planteadas como medio para su desarrollo. Algunas de las habilidades de investigación o pensamiento científico que se pueden promover a través de la enseñanza son:

- **Analizar e interpretar datos:** hacer un estudio minucioso de la información o datos recogidos con la finalidad de, por ejemplo, descubrir patrones, describirlos y/o explicarlos.
- **Clasificar:** agrupar objetos o fenómenos de acuerdo a sus características clave.
- **Comunicar:** presentar información, en distintos formatos, acerca de las investigaciones realizadas.
- **Diseñar y planificar una investigación:** crear un procedimiento para realizar una investigación y un plan que permita concretarla.
- **Formulación de hipótesis:** elaborar una explicación provisional a un problema, que está sujeta a confirmación.
- **Formulación de preguntas:** guiar una investigación para la obtención de nueva información.

---

<sup>1</sup> La enseñanza de las ciencias en base a indagación es una metodología ampliamente desarrollada, que implica comprender el proceso de generación de conocimiento científico a través de la propia investigación. Se propicia que los estudiantes reúnan y usen datos para someter a prueba sus ideas y encontrar las que mejor expliquen lo que se ha observado. A través de esta metodología los estudiantes toman parte en actividades muy similares a aquellas que realizan los científicos para desarrollar la comprensión de determinados fenómenos.

- **Hacer experimentos o experimentar:** promover la capacidad de desarrollar ciertas acciones destinadas a descubrir o analizar cierto objeto o fenómeno.

- **Observar:** generar la capacidad de examinar un objeto o fenómeno directamente con los sentidos o a través de instrumentos apropiados, para conocer su estado en un momento, comportamiento o cambios en el tiempo.

- **Predecir:** anticipar lo que ocurrirá con un objeto o fenómeno a partir de conocimiento previo.

- **Revisar y evaluar resultados:** analizar los resultados con la finalidad de determinar la calidad, pertinencia y confiabilidad de los mismos.

- **Tomar o recolectar datos:** registrar información obtenida de la observación o medición de un objeto o fenómeno, de forma ordenada.

Además de lo anterior, la enseñanza de las ciencias naturales permite el desarrollo de habilidades adicionales a las propias y tradicionales de estas disciplinas en particular. En el contexto del desarrollo de habilidades para el siglo XXI, R. Bybee. (2010) señala algunas habilidades y de qué forma pueden ser desarrolladas:

- **Capacidad de adaptarse a distintas situaciones,** cultivada a través del encuentro de los estudiantes con nuevos enfoques de investigación, con el análisis de datos poco claros y con el uso de nuevas técnicas e instrumentos para hacer observaciones, entre otras.

- **Habilidades sociales,** entendidas como poder interpretar distintos tipos de lenguaje y comunicar ideas.

Estas se pueden desarrollar a través de experiencias de aprendizaje que incluyan trabajo en laboratorio e investigaciones que demanden de los estudiantes el procesamiento de datos de variadas fuentes, y donde tengan que seleccionar evidencia adecuada y utilizarla para comunicar explicaciones científicas.

- **Resolución de problemas no rutinarios:** se pone en juego esta habilidad cuando, por ejemplo, en una investigación científica los estudiantes necesitan reflexionar sobre lo apropiado de una respuesta en relación con una pregunta científica o sobre una solución tecnológica a un problema.

- **Autogestión y autodesarrollo:** pueden verse desplegadas cuando los estudiantes, por ejemplo, tienen la oportunidad de diseñar y conducir investigaciones científicas individualmente o en grupo. Estas investigaciones pueden abarcar todo el ciclo de indagación y requerir de los estudiantes la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades necesarias para responder preguntas o solucionar problemas.

- **Pensamiento sistémico:** puede ser desarrollado, por ejemplo, en contexto del estudio de la Tierra o Ciencias Físicas, donde los estudiantes tengan que describir componentes, flujo de recursos o cambios en sistemas y subsistemas.

Para el desarrollo de estas habilidades, los estudiantes deben tener experiencia con actividades, investigaciones y experimentos. Esto puede resumirse en que la enseñanza de las ciencias tenga como base la indagación científica (Bybee, 2010).

Finalmente, el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales implica



el desarrollo de habilidades en el empleo del lenguaje -escrito, oral y matemático- para describir las propiedades y las relaciones de los objetos y fenómenos, y el reconocimiento del significado científico de las palabras que tienen un sentido diferente en el uso cotidiano (Harlen, 2010).

## La relación entre el conocimiento científico y la vida cotidiana

Antes de explicitar la relación que deberían tener los conocimientos científicos con la vida cotidiana, y tal como ha sido mencionado previamente, es bueno acentuar que ya es ampliamente compartido que la educación científica escolar no tiene como objetivo formar futuros científicos, sino alfabetizar en ciencias a toda la comunidad. Como plantea Harlen (2010): “La educación en ciencia para todos significa justamente eso: la educación que es importante para todos los estudiantes, tanto para aquellos que más adelante serán científicos o técnicos o que tendrán ocupaciones que requerirán algún conocimiento científico, como para todos aquellos estudiantes que no tomarán este camino” (Harlen, 2010, pág. 7).

La educación en ciencias sirve para satisfacer y estimular la curiosidad de las personas y también para tomar decisiones informadas que impactarán en su calidad de vida, en el medio ambiente y en la sociedad. Por ejemplo, “para evitar el mal uso de la energía y otros recursos, la contaminación, las consecuencias de una mala nutrición, la falta de ejercicio o el uso de drogas. Además de impactar en sus vidas cotidianas, esto tiene también un impacto más amplio, a través del impacto de largo plazo de la actividad humana en el ambiente” (Harlen, 2010, pág. 8).

En relación a las actividades que pueden acercar el conocimiento científico a la vida cotidiana, algunos autores hacen una distinción entre las actividades escolares arquetípicas, propias de la cultura escolar

estereotipada (las cuales, en muchas ocasiones, no producen un aprendizaje que pueda ser utilizado en otros contextos) y las actividades auténticas. Estas últimas se asemejan a las experiencias propias de los aprendices de un oficio, quienes trabajan junto a personas expertas hasta llegar a dominar su lenguaje y su comportamiento en una suerte de inmersión en un aprendizaje efectivo (Jiménez, 2007).

Guerra y Jiménez (2011) proponen que las actividades y problemas auténticos deben tener ciertas características, como una forma de acercarlos a lo que los estudiantes se encontrarán en lo cotidiano. Al planificar estas actividades, estos autores sugieren que se debe tener en cuenta:

- **Naturaleza problemática.**

Proponen que la tarea no se resuelva de manera obvia ni buscando la respuesta en las páginas del libro, sino que sea un verdadero problema. Como ejemplo, en lugar de plantear una situación teórica sobre la presión que experimenta un cuerpo sumergido en agua a determinada profundidad, sugieren para estudiantes de secundaria: ¿Cómo podemos sacar a flote el submarino U201Wolf de la Segunda Guerra Mundial, que está hundido en la ría de Vigo?

- **Contexto relevante para el alumnado.**

Sugieren que en lugar de trabajar en base a cuestiones abstractas, se deben seleccionar aquellas que tengan relevancia para la vida real, aplicando sus conocimientos en situaciones familiares. Por ejemplo, la elección de un sistema de calefacción para un edificio, que sea más barato y de menor impacto ambiental.

- **Apertura.** A diferencia de los problemas escolares, que en general tienen una única solución posible, en

la vida real los problemas tienen varias soluciones posibles, cada una con ventajas relativas en ciertos aspectos. Las tareas auténticas preferentemente deben dar lugar a varias respuestas posibles. En el ejemplo de la calefacción, la combinación de seleccionar un sistema más barato y de menor impacto ambiental genera debate y lleva a que los estudiantes deban justificar sus propuestas. Se entiende la apertura, entonces, como la posibilidad de recorrer distintos caminos para resolver el problema.

● **Procesos de resolución que implican indagación.** Proponen implementar varias tareas de indagación, a resolverse en varias sesiones de clase. Por ejemplo, diseñar un experimento para generar datos, seleccionar los datos relevantes entre los disponibles, poner los datos en relación con las hipótesis o explicaciones, identificar patrones en los datos, construir explicaciones o elegir una opción entre varias decisiones posibles.

Muchos especialistas coinciden en la necesidad de proponerle a los educandos problemas significativos en contextos relevantes. Michaels (2007) indica que deben ser doblemente significativos, desde el punto de vista de la disciplina y del estudiante. Desde lo disciplinario, los problemas relevantes, tanto teóricos como prácticos, se basan en los conceptos centrales. Como ejemplos, este autor señala la biodiversidad, la teoría atómico-molecular de la materia y la Teoría de la Evolución, enfocados por lo general en los conceptos más básicos que conforman esas ideas centrales.

Para el estudiante de primaria, que se relacionará más fácilmente con fenómenos curiosos de su vida diaria, un problema significativo debe ser una oportunidad

para lograr algo con la investigación o el resultado. Será más fácil con fenómenos curiosos que ocurren en sus vidas diarias, por ejemplo, qué provoca que una caja de jugo vacía se compacte cuando uno succiona aire con una bombilla de forma continua. Pero varios conceptos o problemas que vale la pena investigar no se relacionan con las experiencias de los estudiantes, el conocimiento que ya poseen o los temas que les resultan familiares o que les importan, por lo que es necesario que averigüen más sobre ellos antes de sentirse motivados por descubrir el significado.

“Por ejemplo, muchos estudiantes no consideran que el problema del impacto de una especie invasiva en un arboleda local sea importante. Puede que necesiten información adicional sobre por qué el problema les debería importar. Por ejemplo, la profesora podría ilustrar el concepto de interdependencia en los ecosistemas, es decir, mostrar que todas las especies están vinculadas, incluso los seres humanos, por lo que la influencia de una especie invasiva acarrea consecuencias importantes. De esta forma, se puede construir un puente entre lo que los estudiantes conocen y aprecian y el problema al cual están tratando de vincularse, a fin de darle un sentido” (Michaels, 2007, pág. 137).

La vinculación entre los conocimientos y habilidades que se pretende desarrollar en los estudiantes con su vida diaria también debe manifestarse a la hora de pesquisar los aprendizajes alcanzados. La evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus distintas formas, por ejemplo, cuando es formativa o en mediciones a gran escala, como lo hace TERCE, debería privilegiar también este nexo.



# La prueba TERCE de ciencias naturales

## Aspectos evaluados en la prueba de ciencias naturales del TERCE

Al igual que en todas las pruebas del TERCE, el enfoque de evaluación de la prueba de ciencias naturales se funda en la perspectiva curricular de los países participantes en el estudio. La alineación curricular deriva de la actualización que el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) hizo del análisis curricular elaborado para SERCE, el cual fue realizado a partir de los criterios compartidos en los documentos curriculares, los textos escolares y los enfoques sobre la evaluación de los países. Para el desarrollo de instrumentos del TERCE, se efectuó una revisión del análisis curricular elaborado para el SERCE, identificando los cambios curriculares ocurridos desde entonces e incorporando en el análisis los currículos de los países que no participaron en el segundo estudio. Para esta revisión, al igual que en el SERCE, se solicitó a los países participantes que enviaran la información sobre currículo, evaluación y textos escolares. Este ajuste curricular se realizó con información enviada

por: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay. En base a este análisis, el ICFES desarrolló un documento de ajuste al análisis curricular del SERCE, a partir del cual se elaboraron las tablas de especificaciones para las pruebas del TERCE.

Los aprendizajes evaluados en la prueba de ciencias naturales del TERCE consideran cinco dominios y tres procesos cognitivos. Los dominios evaluados son:

- 1 Salud:** conocimiento de la estructura y funcionamiento del cuerpo humano, a partir de lo cual es posible comprender y valorar los aprendizajes acerca del cuidado general del cuerpo, los hábitos de higiene, la alimentación, la práctica del deporte, entre otros.
- 2 Seres vivos:** reconocimiento de la diversidad de los seres vivos, las características de los organismos, la identificación de patrones comunes y la clasificación de los seres vivos basada en ciertos criterios. A partir del conocimiento

de las estructuras y las funciones que estas cumplen en los animales, el estudiante establece comparaciones con el cuerpo humano y puede concluir que el ser humano también es parte del Reino Animal. Considera también aprendizajes sobre la función de las plantas y sus órganos, y se comienzan a encontrar analogías entre el funcionamiento de los órganos de plantas y animales. Se consideran nociones sobre ciclos de vida de los seres vivos, su reproducción y algunos conceptos elementales de herencia.

**3 Ambiente:** reconocimiento de la interacción entre los organismos y el ambiente; importancia del Sol como la principal fuente de energía de todos los seres vivos, y del suelo y del aire como las fuentes de materiales para la supervivencia de los seres vivos. Considera también el reconocimiento que la materia y la energía fluyen a través de las cadenas alimenticias y, que ello constituye la base para entender el equilibrio ecológico y las interacciones entre los seres vivos.

**4 La Tierra y el sistema solar:** temáticas orientadas a conocer y comprender las características físicas del planeta Tierra, los movimientos de la Tierra y la Luna, y su relación con fenómenos naturales observables. Considera la importancia de la atmósfera y la comprensión de algunos fenómenos climáticos. Este dominio se relaciona también con conocimientos relativos al sistema solar.

**5 Materia y energía:** las temáticas de este dominio sirven para aprender que la energía toma diferentes formas; que la materia contiene energía, y que para que los seres vivos, los elementos naturales y los artefactos puedan moverse, funcionar o trabajar, se necesita energía. Considera conocimientos asociados a nociones elementales acerca de las propiedades generales de la materia: masa, volumen, temperatura, y experimentan con la medición de estas propiedades. Incluye también nociones sobre los cambios de estado

del agua, la combinación de sustancias y la separación de mezclas.

La prueba del TERCE de ciencias naturales considera también los siguientes procesos cognitivos:

**1 Reconocimiento de información y conceptos:** implica la identificación de conceptos, hechos, relaciones y propiedades de los fenómenos de la naturaleza y sus explicaciones, expresados de manera directa y explícita en el enunciado de las situaciones o problemas.

**2 Comprensión y aplicación de conceptos:** requiere el conocimiento y comprensión de la información o el concepto para dar ejemplos, explicar hechos o procesos, aclarar diferencias, inferir vínculos o, comparar y contrastar ideas, conceptos o afirmaciones.

**3 Pensamiento científico y resolución de problemas:** implica la interpretación y el uso de información que está explícita en el enunciado de la situación o problema, en el marco de las estrategias propias del pensamiento científico, como reconocer la pregunta que se busca responder en una investigación, identificar las condiciones que influyen en los resultados de un experimento, proponer explicaciones a fenómenos específicos a partir de evidencia, seleccionar información pertinente para resolver un problema y establecer conclusiones a partir de los resultados de un experimento.

## Tabla de especificaciones y estructura de la prueba

A partir de estas definiciones básicas sobre dominios y procesos cognitivos, se definieron indicadores de evaluación específicos y se determinaron las tablas de especificaciones que dieron origen a los ítems y estructura final de la prueba.

Los indicadores de evaluación asociados a cada dominio temático son los siguientes:

## DOMINIO: **Salud**

- Reconocer el aporte nutritivo de alimentos representativos de los principales grupos.
- Reconocer medidas de cuidado del cuerpo humano en distintas situaciones.
- Reconocer los beneficios de hacer deporte para la mantención de la salud física y mental.
- Reconocer algunos de los efectos nocivos del consumo excesivo de alimentos.
- Identificar problemas ambientales que tengan un potencial impacto sobre la salud del ser humano.
- Inferir consecuencias sobre el crecimiento, salud y funcionamiento del cuerpo, de una alimentación desbalanceada.
- Comparar dietas para determinar su calidad, en términos del aporte nutritivo, en relación a las necesidades de una persona.
- Relacionar algunas enfermedades con microorganismos patógenos como su causa.
- Relacionar el deterioro del estado de salud con el consumo excesivo de café, cigarrillo, drogas y alcohol.
- Diseñar una dieta equilibrada.
- Proponer medidas de autocuidado pertinentes en distintas situaciones.
- Proponer soluciones a problemas ambientales que ocasionen problemas en la salud humana.

## DOMINIO: **Seres Vivos**

- Reconocer características de los seres vivos que los diferencian de la materia inerte.
- Reconocer patrones morfológicos comunes en los seres vivos.
- Reconocer algunas características anatómicas y de comportamiento en animales, que permiten diferenciarlos en grupos.
- Identificar las partes de una planta.
- Reconocer características de los seres vivos que representan adaptaciones al ambiente.
- Reconocer la ubicación de los principales órganos del cuerpo humano y el sistema a que pertenecen.
- Reconocer que cuando los seres vivos se reproducen dan origen a seres semejantes a los progenitores.
- Reconocer las etapas de los ciclos de vida más característicos de los seres vivos.
- Reconocer procesos vitales en plantas y animales.
- Clasificar plantas o animales basándose en patrones morfológicos o de comportamiento, comunes.
- Relacionar las partes de una planta con sus funciones.
- Relacionar los principales órganos del cuerpo humano con su función.

- Reconocer el criterio de clasificación empleado en agrupaciones de plantas o animales.
- Predecir las características que tendrá un ser vivo en relación a la etapa del ciclo de vida.
- Predecir consecuencias de la falta de satisfacción de las necesidades vitales de los seres vivos.
- Comparar necesidades vitales de plantas y animales.
- Reconocer las necesidades vitales de plantas y animales en distintas situaciones.
- Proponer las condiciones que deben considerarse para el buen desarrollo de un ser vivo en un determinado lugar.
- Comparar diferentes ciclos de vida.

## DOMINIO: **Ambiente**

- Reconocer la importancia del cuidado de los seres vivos y su entorno.
- Reconocer que el Sol provee la energía necesaria para el proceso de fotosíntesis.
- Reconocer los aportes del suelo para la vida de los vegetales.
- Reconocer los componentes de un ecosistema.
- Reconocer los componentes de una cadena trófica.
- Reconocer recursos renovables y no renovables.
- Reconocer la importancia del agua para los seres vivos.
- Seleccionar formas racionales de uso de los recursos, para su conservación.
- Reconocer, entre varias situaciones, aquellas que permiten la mantención de un adecuado equilibrio ecológico.
- Relacionar cambios en una cadena trófica con sus posibles causas.
- Reconocer posibles efectos de algunas acciones humanas sobre el ecosistema.
- Relacionar los componentes de la cadena trófica con la función dentro de la misma.
- Comparar y describir los diversos tipos de ecosistemas de acuerdo con sus características físicas y biológicas.
- Reconocer cambios ambientales que pueden afectar la supervivencia de los seres vivos.
- Explicar los flujos de materia y energía en una cadena trófica.
- Proponer medidas de cuidado del medio ambiente.
- Seleccionar alternativas de intervención humana que consideren la mantención del equilibrio ecológico.

## DOMINIO: **La Tierra y el sistema solar**

- Reconocer las principales características físicas de la Tierra.
- Relacionar los movimientos terrestres (rotación y traslación) con los fenómenos que producen.
- Relacionar los movimientos de la Luna (rotación y traslación) con los fenómenos que producen.
- Comprender la importancia de la atmósfera.

## DOMINIO: **Materia y energía**

- Identificar el concepto de energía y reconocer algunas fuentes.
- Reconocer algunos usos prácticos de la energía mecánica.
- Reconocer las propiedades de la materia (masa, volumen, temperatura, etc.) y la forma de medirlas.
- Identificar aparatos que generan energía luminosa, térmica y mecánica.
- Reconocer los estados de la materia y que los materiales pueden cambiar de estado.
- Reconocer el flujo o paso de calor entre objetos.
- Reconocer que algunos materiales conducen la electricidad y otros no.
- Reconocer en situaciones, diversas transformaciones de la energía.
- Reconocer manifestaciones de diferentes tipos de energía.
- Clasificar objetos y materiales utilizando como criterio las propiedades de la materia.
- Reconocer diferentes situaciones donde se observa flujo de calor entre objetos.
- Reconocer el estado en que se encuentran diversos materiales.
- Relacionar los cambios de estado del agua con sus causas, en diversas situaciones.
- Reconocer ejemplos de mezclas en la vida cotidiana.
- Reconocer en ejemplos que la luz pasa a través de materiales transparentes, pero se refleja o se absorbe con otros tipos de materiales.
- Reconocer usos apropiados de algunos objetos, de acuerdo a las propiedades de las sustancias que los forman (conducción o no del calor y la electricidad, densidad, etc.)
- Reconocer la mejor forma de conseguir un determinado tipo de energía.

La prueba de ciencias naturales responde a la siguiente distribución de preguntas (fundamentalmente de selección múltiple, más algunas preguntas abiertas), según dominio y proceso cognitivo:

Dominio	Proceso			Total	%
	Reconocimiento de información y conceptos	Comprensión y aplicación de conceptos	Pensamiento científico y resolución de problemas		
Salud	5	7	7	19	21%
Seres vivos	9	10	6	25	27%
Ambiente	4	15	3	22	24%
La Tierra y el sistema solar	3	6	4	13	14%
Materia y energía	3	6	4	13	14%
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>44</b>	<b>24</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>
%	26%	48%	26%	100%	----





## Resultados por dominio y proceso cognitivo en ciencias naturales

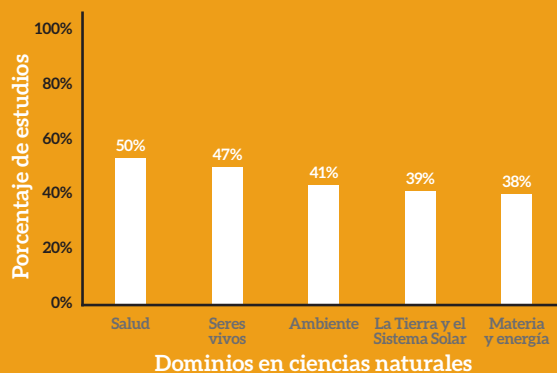
Este capítulo presenta los resultados de aprendizaje de los estudiantes en la prueba de ciencias naturales del TERCE, complementando aquellos que se detallan en el Informe de Logros de Aprendizaje, publicado en julio de 2015<sup>2</sup>. En primer lugar, se muestran los resultados descriptivos de los rendimientos a nivel regional según dominio y proceso cognitivo evaluado, y en segundo lugar, se presentan estos mismos resultados pero desagregados para cada país participante en el estudio, además del estado mexicano de Nuevo León.

### Resultados por dominio y proceso cognitivo en la región

El Gráfico 1 que se presenta a continuación muestra el porcentaje de estudiantes de la región que respondió correctamente los ítems de cada dominio de aprendizaje en la prueba. Se puede advertir que, si bien hay algunas diferencias cuando se compara el porcentaje de niños y niñas que responde correctamente las preguntas

asociadas a cada dominio, estas disparidades no son muy marcadas.

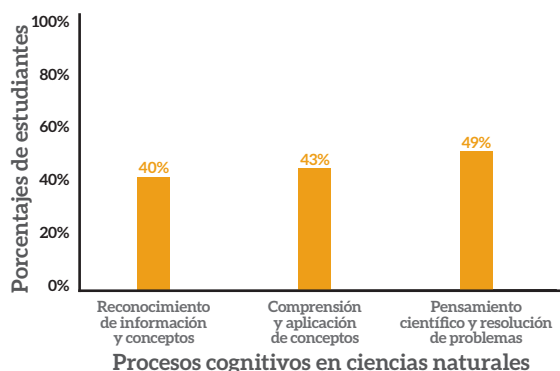
**Gráfico 1:** Porcentaje de estudiantes de la región que respondió correctamente los ítems de cada dominio de aprendizaje en la prueba TERCE.



Comparativamente, la diferencia más grande se produce entre Salud (50% de estudiantes responde correctamente los ítems que pertenecen a este dominio) y Materia y Energía (38% de los estudiantes responde correctamente los ítems correspondientes).

<sup>2</sup> Ver en <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002435/243532S.pdf>

**Gráfico 2:** Porcentaje de estudiantes de la región que respondió correctamente los ítems de cada proceso cognitivo en la prueba TERCE.



En el Gráfico 2 se puede ver el porcentaje de estudiantes de la región que respondió correctamente los ítems de cada proceso cognitivo evaluado en la prueba de ciencias naturales. Aquí también se pueden apreciar algunas diferencias comparativas: hay mayor porcentaje de estudiantes que responde correctamente las preguntas de Pensamiento científico y resolución de problemas, que aquellos que lo hacen en las preguntas de

Reconocimiento de información y conceptos y las de Comprensión y aplicación de conceptos.

## Resultados por dominio y proceso cognitivo evaluado en cada uno de los países participantes en el estudio

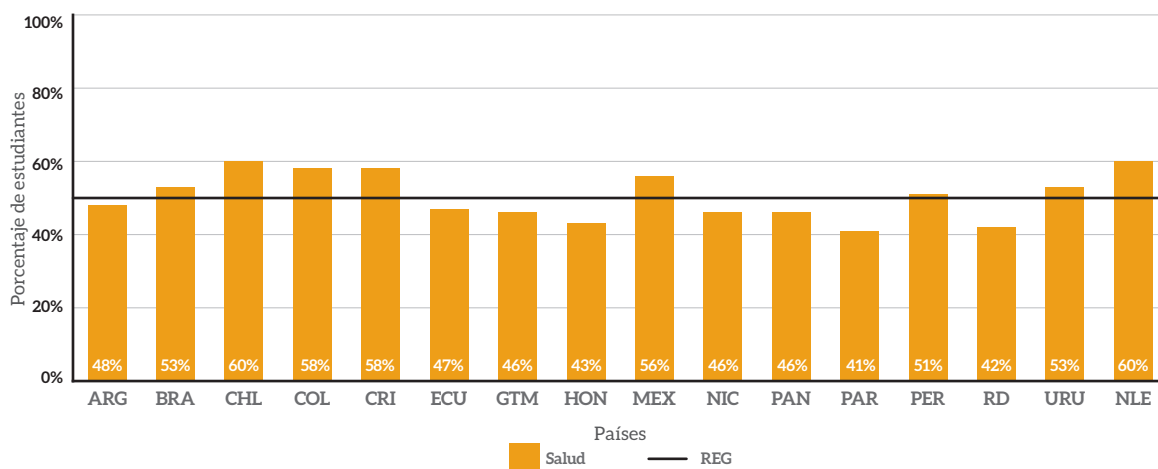
### Resultados según dominio evaluado

A continuación se presentan cinco gráficos (3, 4, 5, 6 y 7) que muestran el porcentaje de estudiantes que responde correctamente los ítems de cada dominio de la prueba en cada país. En cada gráfico de barras, además, se representa a través de una línea el porcentaje a nivel regional.

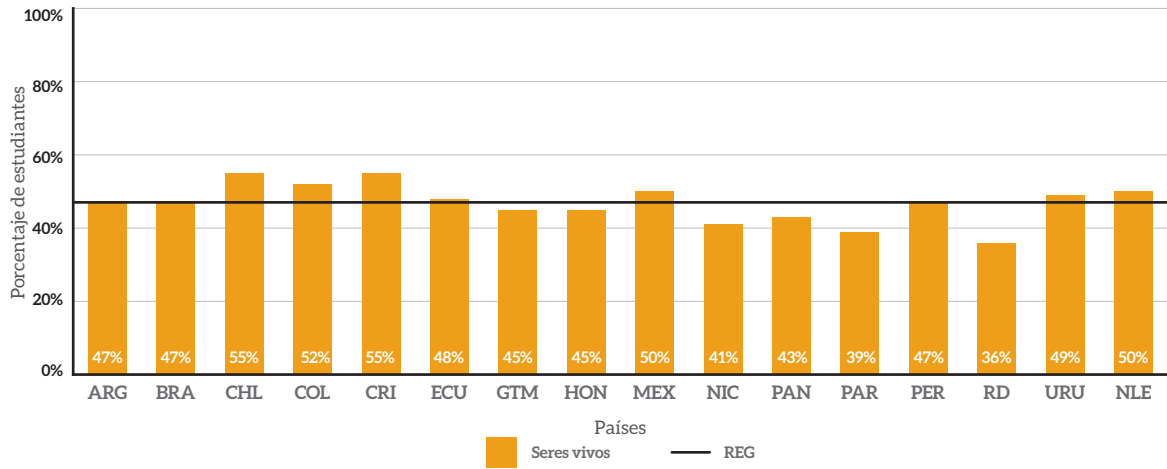
Tal como se puede apreciar, en todos los dominios hay diferencias en la proporción de estudiantes que contesta correctamente los ítems entre un país y otro.

En general, estas diferencias entre países oscilan entre 17 y 23 puntos porcentuales (en el dominio Materia y energía y en Salud, respectivamente).

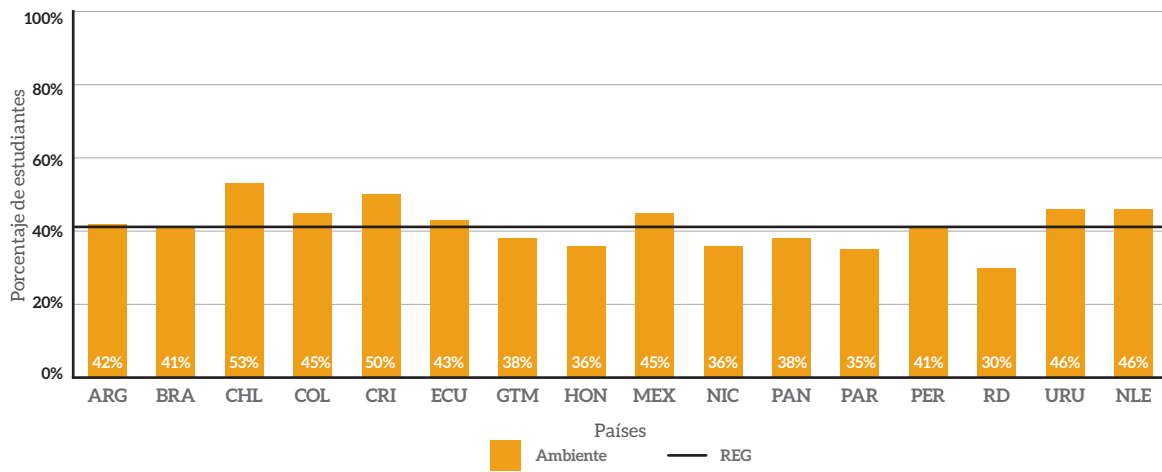
**Gráfico 3:** Porcentaje de estudiantes de cada país que respondió correctamente los ítems del dominio Salud, comparados con la media regional.



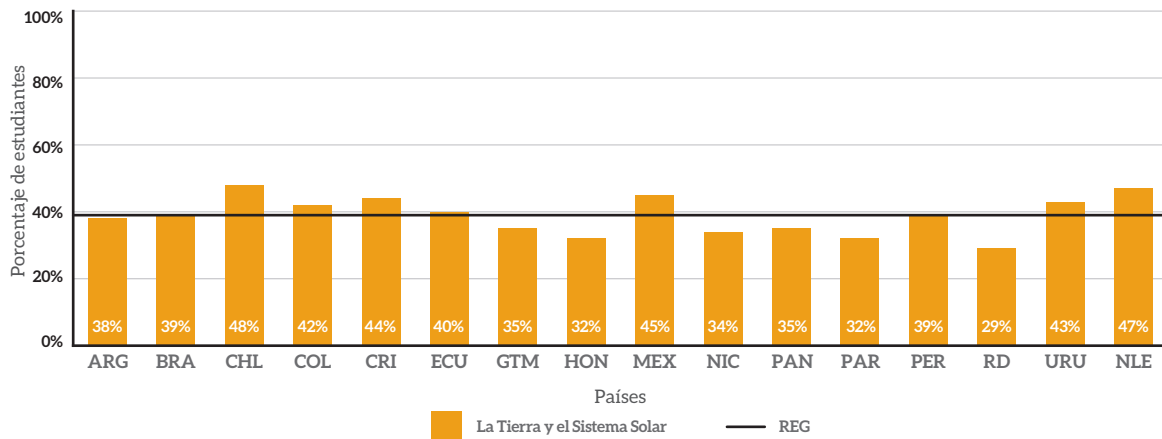
**Gráfico 4:** Porcentaje de estudiantes de cada país que respondió correctamente los ítems del dominio Seres vivos, comparados con la media regional.



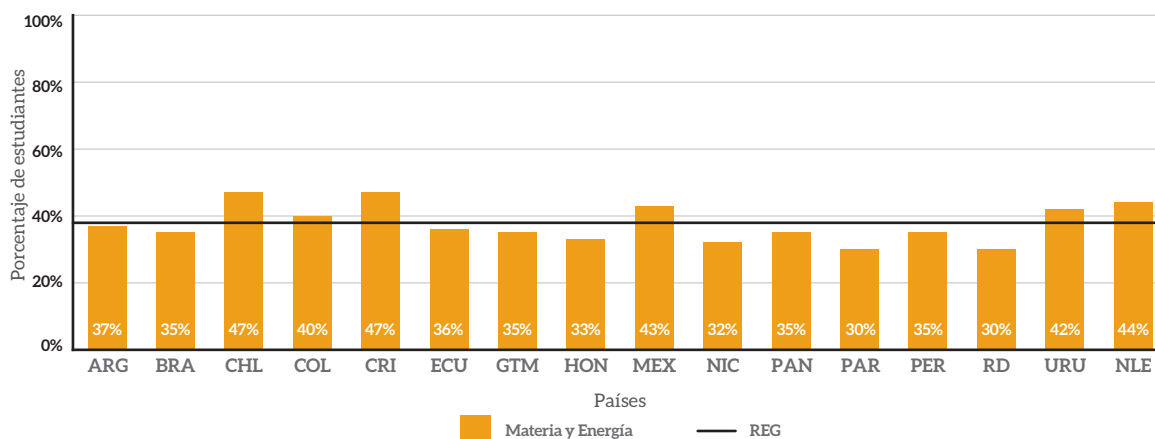
**Gráfico 5:** Porcentaje de estudiantes de cada país que respondió correctamente los ítems del dominio Ambiente, comparados con la media regional.



**Gráfico 6:** Porcentaje de estudiantes de cada país que respondió correctamente los ítems del dominio La Tierra y el sistema solar, comparados con la media regional.



**Gráfico 7:** Porcentaje de estudiantes de cada país que respondió correctamente los ítems del dominio Materia y energía, comparados con la media regional.



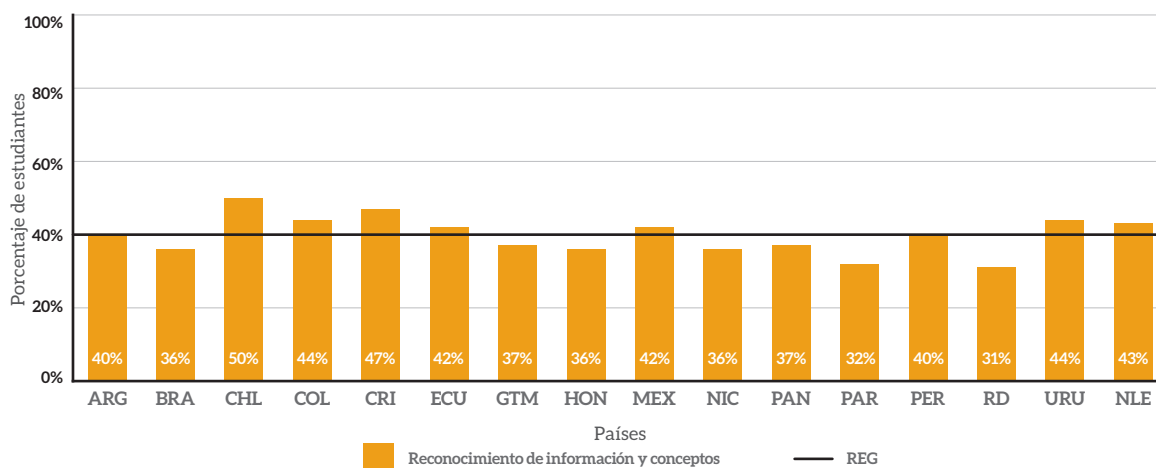
### Resultados según proceso cognitivo evaluado

Los gráficos que se muestran a continuación (8, 9 y 10) siguen la misma lógica que los precedentes, pero esta vez haciendo referencia al porcentaje de estudiantes de cada país que responde correctamente los ítems asociados a cada uno de los tres procesos cognitivos evaluados el TERCE. En los datos, al igual que en los resultados desagregados por

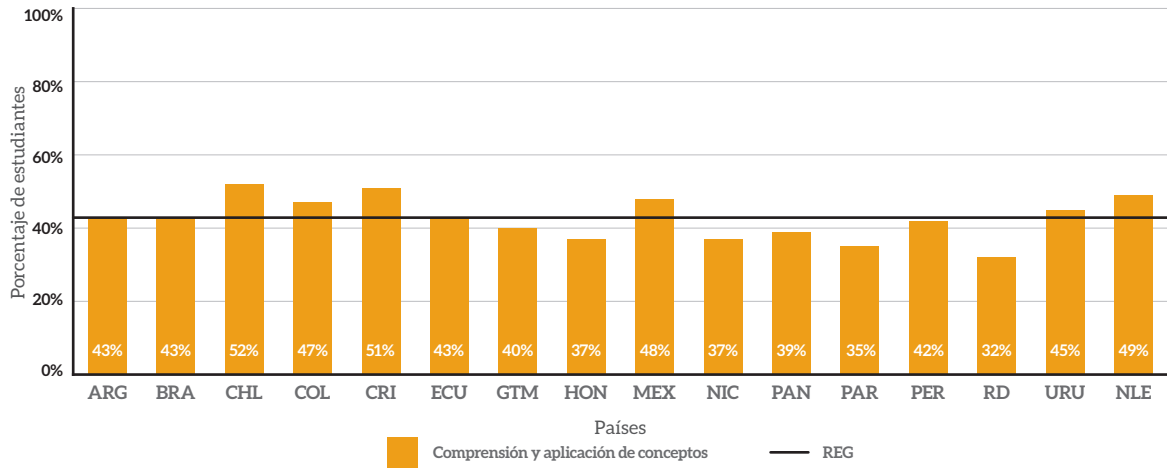
domino, se aprecia que los países difieren entre sí en relación con el porcentaje de estudiantes que responde correctamente los ítems asociados a cada proceso cognitivo evaluado.

Esta diferencia es de 20 o 19 puntos porcentuales (Comprensión y aplicación de conceptos en el primer caso, y Reconocimiento de objetos y elementos, Pensamiento científico y resolución de problemas, en el segundo caso).

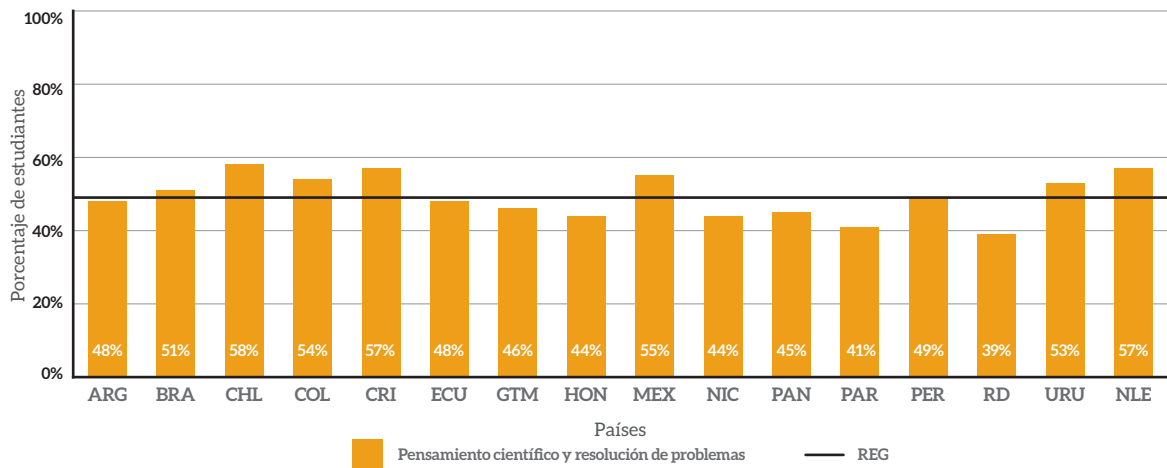
**Gráfico 8:** Porcentaje de estudiantes de cada país que respondió correctamente los ítems referidos a la habilidad de Reconocimiento de información y conceptos, comparados con la media regional.



**Gráfico 9:** Porcentaje de estudiantes de cada país que respondió correctamente los ítems referidas a la habilidad de Comprensión y aplicación de conceptos, comparados con la media regional.



**Gráfico 10:** Porcentaje de estudiantes de cada país que respondió correctamente los ítems referidas a la habilidad de Pensamiento científico y resolución de problemas, comparados con la media regional.





## Resultados de los estudiantes y alternativas para el trabajo docente

A continuación se presenta una serie de preguntas que fueron incluidas en la prueba TERCE 2013, liberadas para su conocimiento público. El propósito de incorporarlas en este documento es mostrar de modo más evidente cómo las definiciones expresadas en los niveles de desempeño de ciencias naturales en TERCE se manifiestan a través de preguntas. Esta muestra permite conocer en qué consisten algunas de las preguntas de ciencias naturales que fueron respondidas por los estudiantes, el nivel de dificultad que implican, los contextos y tareas a los que se vieron expuestos para evaluar sus logros de aprendizaje en esta área disciplinaria.

Esta muestra de preguntas busca que los profesores, y quienes están relacionados con la formación y educación de los niños y jóvenes, conozcan cuáles son las exigencias que el Tercer Estudio Regional consideró en el área de las ciencias naturales. Se espera que este material sea de interés para los profesores y los actores comprometidos con la educación y les ayude en su quehacer cotidiano.

Previo a la presentación de los ítems que caracterizan los niveles de desempeño de la prueba, se describe el proceso a través del cual se establecieron los puntos de corte que dan lugar a los niveles y se muestran los aprendizajes propios de cada uno de éstos.

### Niveles de desempeño en la prueba de ciencias naturales

Para conocer la concentración de estudiantes según niveles de desempeño, primero es necesario establecer los 'puntos de corte' que definen la transición de un nivel a otro. Esta tarea implica que un grupo de personas emita un juicio experto para determinar cuánto es lo mínimo que se debe responder en una prueba para alcanzar un determinado nivel de desempeño. Dicho juicio es regulado por un conjunto de procedimientos estandarizados que permiten objetivar el proceso.

Para establecer los puntajes de corte de las pruebas del TERCE se empleó el método de Bookmark. Esta metodología es una

de la más empleadas a nivel internacional para establecer niveles de desempeño en pruebas estandarizadas (Cizek & Bunch, 2007; Mitzel et al., 2001). En el método Bookmark, expertos y profesionales comprometidos con el área evaluada trabajan con un cuadernillo que contiene las preguntas de la prueba ordenadas según su dificultad empírica, desde la más fácil a la más difícil. El trabajo de los jueces consistió en revisar las preguntas así ordenadas y seleccionar la primera de ellas que, en su opinión, un sujeto límite (aquel que está en el borde inferior de la categoría de desempeño, cuyo puntaje de corte se está definiendo) tendría una mayor probabilidad de responder correctamente.

Esta decisión individual fue luego discutida en pequeños grupos donde se dio a conocer el juicio de los demás participantes y, donde al término de la discusión e intercambio de opiniones, cada juez tuvo la posibilidad de volver a establecer su punto de corte. Finalmente, hubo una sesión plenaria, en que cada grupo expuso sus argumentos y puntos de corte, se entregaron datos de impacto de los puntos de corte propuestos y se dio la oportunidad para que cada juez, en

forma individual, manifestara nuevamente su decisión (Cizek & Bunch, 2007; Zieky, Perie, & Livingston, 2006). En estas dos rondas de trabajo (grupos pequeños y plenario) se utilizó la mediana de los puntos de corte de cada juez para establecer el punto de corte grupal.

A través de esta metodología se establecieron tres puntos de corte en cada prueba, que dieron lugar a cuatro niveles de desempeño (I, II, III y IV). Estos niveles ordenaron los logros de aprendizaje de los estudiantes en un continuo de creciente complejidad; así, los logros de los niveles inferiores son la base de los niveles más avanzados.

La siguiente figura describe cada uno de los niveles de desempeño, en base a las tareas que los estudiantes mostraron que son capaces de realizar a partir de la resolución de las actividades de la prueba TERCE. Cabe señalar que estos niveles son inclusivos, lo que implica que los alumnos que se ubican en los niveles superiores tienen mayor probabilidad que los demás estudiantes de realizar las tareas de los niveles inferiores.

**El reconocimiento de que todos los estudiantes deberían egresar de la escuela con un conocimiento básico de las ideas y procedimientos de la ciencia está tan extendido, que llega incluso a ser universal (Harlen, 2010). Este reconocimiento es expresado en términos de los propósitos y objetivos de la enseñanza de las ciencias desde distintos puntos de vista, por diversos actores del ámbito educativo, tales como organizaciones internacionales, académicos, y desde luego por los países de la región a través de sus currículos.**

<p><b>NIVEL I</b></p>	<p>Estos estudiantes muestran evidencia de ser capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Reconocer acciones orientadas a satisfacer necesidades vitales y de cuidado de la salud en contextos cotidianos.</li> </ul>
<p><b>NIVEL II</b></p>	<p>Estos estudiantes muestran evidencia de ser capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Interpretar información simple, presentada en diferentes formatos (tablas, gráficos, esquemas); comparar y seleccionar información para tomar decisiones, y reconocer conclusiones.</li> <li>● Clasificar seres vivos o reconocer el criterio de clasificación, a partir de la observación o descripción de sus características.</li> <li>● Establecer algunas relaciones de causa y efecto en situaciones cercanas.</li> </ul>
<p><b>NIVEL III</b></p>	<p>Estos estudiantes muestran evidencia de ser capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Interpretar información variada, presentada en gráficos de distintos formatos y/o con más de una serie de datos, para hacer comparaciones y reconocer conclusiones.</li> <li>● Reconocer conclusiones a partir de la descripción de actividades de investigación.</li> <li>● Aplicar sus conocimientos científicos para explicar fenómenos del mundo natural en variadas situaciones.</li> <li>● Reconocer partes o estructuras de los sistemas vivos y relacionarlas con el rol que tienen en un sistema mayor.</li> </ul>
<p><b>NIVEL IV</b></p>	<p>Estos estudiantes muestran evidencia de ser capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Analizar actividades de investigación para identificar las variables involucradas, inferir la pregunta que se desea responder y seleccionar información pertinente.</li> <li>● Discriminar de entre distintas preguntas, aquellas que se pueden responder científicamente.</li> <li>● Utilizar términos científicos para nombrar fenómenos que no son del entorno inmediato.</li> <li>● Utilizar conocimientos científicos para comprender procesos naturales, los factores involucrados y el impacto de su variación.</li> </ul>



## Ejemplos de preguntas de los distintos niveles de desempeño.

Para presentar esta sección del documento, se ocupará el siguiente orden:

- Aprendizajes propios del nivel de desempeño que se busca ilustrar.
- Ítem de la prueba TERCE.
- Información general sobre el ítem

(dominio y proceso evaluado, opción correcta, distribución de respuestas entre las opciones).

- Descripción de la tarea que debe resolver el estudiante e hipótesis que pueden explicar la elección de los distractores (en otras palabras, qué error podría estar en la base de las respuestas incorrectas).

## Nivel I de desempeño

Tal como se indicó previamente, en el Nivel I los estudiantes muestran evidencia de ser capaces de reconocer acciones orientadas a satisfacer necesidades vitales y de cuidado de la salud en contextos cotidianos. El siguiente ítem ejemplifica este aprendizaje:

En una pecera en la que habitan varias especies de peces, comienza a escasear el oxígeno. ¿Qué se puede hacer para mejorar las condiciones de vida de los peces de este acuario?

- A) Poner plantas acuáticas.
- B) Introducir nuevos peces.
- C) Aumentar la cantidad de comida.
- D) Colocar caracoles pequeños.

C62C00504C

**Dominio:**  
Seres vivos

**Proceso cognitivo:**  
Pensamiento científico y resolución de problemas

Opción correcta	Porcentaje elección opción A	Porcentaje elección opción B	Porcentaje elección opción C	Porcentaje elección opción D	Porcentaje omisión/ inválidas
A	69%	12%	13%	5%	2%

En este ítem se plantea al estudiante una situación donde se ve afectada una necesidad vital de un ser vivo. En este caso, la falta de oxígeno, necesario para el proceso de respiración de un pez, en un acuario. En las opciones se mencionan distintas acciones, que tienen incidencia sobre las condiciones de

vida del acuario y se solicita al estudiante que reconozca aquella que permitiría satisfacer la falta de oxígeno.

Para contestar correctamente esta pregunta, el estudiante debe saber que los organismos que realizan la fotosíntesis liberan oxígeno al ambiente

y que las plantas acuáticas forman parte de este tipo de seres vivos. Además, debe relacionar la liberación de oxígeno con una mejora en las condiciones de vida de los peces.

De los estudiantes que contestaron esta pregunta, aproximadamente el 69% la respondió correctamente y el 25% seleccionó las opciones B y C. Este grupo de estudiantes eligió estos distractores que se asocian más directamente con las condiciones generales

de vida de los peces del acuario que la opción D, pero –probablemente- no reconocieron que la condición limitante en la situación planteada es la falta de oxígeno o no relacionan a las plantas con la provisión de este gas.

Por tratarse de una situación muy simple, que involucra el reconocimiento de una situación orientada a la satisfacción de una necesidad vital, este ítem es representativo del Nivel I de desempeño en la prueba TERCE.

## Nivel II de desempeño

En el Nivel II los estudiantes muestran evidencia de ser capaces de:

- Interpretar información simple, presentada en diferentes formatos (tablas, gráficos, esquemas); comparar y seleccionar información para tomar decisiones, y reconocer conclusiones.
- Clasificar seres vivos, según criterios científicos y no científicos, o reconocer el criterio de clasificación, a partir de la observación o descripción de sus características.
- Establecer algunas relaciones de causa y efecto en situaciones cercanas.

Los ítems que se muestran a continuación corresponden a tareas que resuelven los estudiantes que se encuentran en este nivel.

Un grupo de estudiantes clasificó animales tal como se muestra en la imagen.



**Grupo 1**



**Grupo 2**

¿En qué categoría se clasifican los animales de cada grupo?

- |                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| <b>A)</b> Grupo 1 : Mamíferos.   | Grupo 2 : Peces.         |
| <b>B)</b> Grupo 1 : Cuadrúpedos. | Grupo 2 : Bípedos.       |
| <b>C)</b> Grupo 1 : Terrestres.  | Grupo 2 : Acuáticos.     |
| <b>D)</b> Grupo 1 : Vertebrados. | Grupo 2 : Invertebrados. |

C62B17107C

**Dominio:**  
Seres vivos

**Proceso cognitivo:**  
Comprensión y aplicación de conceptos

Opción correcta	Porcentaje elección opción A	Porcentaje elección opción B	Porcentaje elección opción C	Porcentaje elección opción D	Porcentaje omisión/ inválidas
C	24%	6%	54%	10%	6%

En este ítem se muestran al estudiante fotografías de dos grupos de animales. En éstas, se aprecian con facilidad las principales características físicas de los animales y también parte del ambiente donde viven. Para responder este ítem los alumnos deben reconocer el criterio utilizado para clasificar a los animales en los dos grupos: es necesario observar a los animales de cada grupo e identificar las características que tienen en común, para luego reconocer el nombre de las categorías que los agrupan.

El 54 % de los estudiantes que respondieron esta pregunta lo hizo correctamente y el 24 % seleccionó el distractor A. Probablemente, los estudiantes que respondieron esta opción no saben que la tortuga no es mamífero y/o no reconocen la existencia de diferentes tipos de animales acuáticos, asumiéndolos a todos como peces. Otra situación que podría explicar que un porcentaje importante de los estudiantes responda

la opción A puede ser que, a pesar de reconocer algunas diferencias entre un animal y el resto de los del grupo (por ejemplo, de la tortuga con los otros animales o del pulpo con el resto del grupo), no asuman que al clasificar distintos elementos en determinadas categorías, todos deben cumplir con todos los criterios correspondientes para ser asignados a una determinada categoría. Es también posible que las actividades escolares relacionadas con la clasificación de los seres vivos estén frecuentemente enfocadas en conocer las características de cada grupo taxonómico y, por lo tanto, el trabajo de los alumnos no esté centrado en la utilización de criterios para clasificar o en reconocer el criterio utilizado, como ocurre en este caso.

Este ítem es un ejemplo del Nivel II de la prueba TERCE, dado que demanda reconocer el criterio de clasificación de seres vivos, a partir de la observación de sus características.

Una persona que tiene anemia por falta de hierro encuentra la siguiente información sobre la cantidad de este elemento presente en distintos alimentos.

Alimento (1 taza)	Cantidad de hierro (mg/porción)
Alcachofa	4
Brócoli	1
Espinacas	3
Lentejas	6

<http://www.fatfreekitchen.com/nutrition/iron.html>

¿De qué alimento le conviene incorporar una porción en su dieta, para compensar su falta de hierro?

- A) Alcachofa.                      C) Espinacas.  
B) Brócoli.                         D) Lentejas.

C63C00606C

Opción correcta	Porcentaje elección opción A	Porcentaje elección opción B	Porcentaje elección opción C	Porcentaje elección opción D	Porcentaje omisión/ inválidas
D	7%	20%	14%	57%	1%

Este ítem plantea a los estudiantes una situación donde una persona con deficiencia de hierro desea elegir un alimento que le permita reponer este elemento. En una tabla de datos de dos columnas se presenta información referida al aporte de hierro que proveen diferentes alimentos. Demanda a quienes lo responden, la selección de un alimento de los mencionados en la tabla que provea la mayor cantidad de hierro. Para responder correctamente es necesario leer la tabla, comparar el aporte de hierro de cada alimento y seleccionar el que provea la mayor cantidad del elemento en cuestión.

El 57 % de los estudiantes que respondieron esta pregunta, lo hizo correctamente. El 14 % respondió la opción C, probablemente basados más en un conocimiento común, las espinacas aportan hierro, que en la lectura de la información presentada en la tabla.

El 20 % de los estudiantes respondió la opción B, que corresponde al alimento con menor aporte de hierro de los mencionados en la tabla. Probablemente, quienes respondieron eligieron esta alternativa no comprendieron adecuadamente la tarea, por ejemplo, relacionando falta de hierro con un aporte bajo, sin percatarse de lo que se demandaba.

Este ítem requiere interpretar la información presentada en la tabla, que es muy simple, y luego compararla para tomar una decisión en la situación planteada. Esta tarea es representativa del Nivel II de desempeño de la prueba TERCE.

Se presenta a continuación otro ítem, que no es de opción múltiple sino de respuesta construida por el estudiante, y que pertenece al dominio de Salud y al proceso cognitivo de Comprensión y aplicación de conceptos.

Mario compró varios alimentos congelados. Se dio cuenta que todos los envoltorios tenían una instrucción similar a la que tiene el envase que se muestra a continuación:



¿Por qué no conviene volver a congelar un alimento descongelado?

Este ítem plantea una situación cotidiana, que puede darse en un hogar en cualquier momento. Un alimento congelado en su envase plantea una instrucción referida al manejo que requiere luego de haberse descongelado. La pregunta demanda a los estudiantes elaborar una explicación acerca de las razones por las cuales se recomienda no volver a congelar un alimento que ya se ha descongelado.

Las respuestas se organizaron en dos categorías: con crédito parcial y con crédito completo. Se evaluaron como respuestas con crédito parcial a aquellas que consideran el descongelamiento como causa de la producción indistintamente de microorganismos, de enfermedades o de la descomposición del alimento. Se consideraron respuestas con crédito total a aquellas que hacen referencia al desarrollo de microorganismos patógenos o al inicio de un proceso de descomposición en los alimentos que se dejan a temperatura ambiente, señalando que esto puede causar enfermedades a quien los consuma.

Para responder completamente esta pregunta, los estudiantes probablemente deben manejar varios conocimientos. Por ejemplo, en el ámbito de la salud, que hay organismos vivos, como algunos tipos de bacterias, que pueden causar enfermedades y que hay ciertas condiciones ambientales que inhiben o favorecen el desarrollo de estos microorganismos. Dada la situación planteada, además, deben establecer varias relaciones entre los conocimientos que poseen. Por ejemplo, que las temperaturas muy bajas (alimento congelado) inhiben el crecimiento de las bacterias que se pueden encontrar en alimentos, evitando así que puedan descomponerlos y/o causar enfermedades a quienes los consumen. Por otro lado, pueden relacionar la temperatura ambiente con un medio propicio para el buen crecimiento de las bacterias en un alimento, y que el congelamiento de un alimento en estas condiciones solo detiene un proceso

**“La educación en ciencia para todos significa justamente eso: la educación que es importante para todos los estudiantes, tanto para aquellos que más adelante serán científicos o técnicos o que tendrán ocupaciones que requerirán algún conocimiento científico, como para todos aquellos estudiantes que no tomarán este camino” (Harlen, 2010, pág. 7).**

ya comenzado y que, al descongelarlo nuevamente, quien lo consume se expondrá a una gran cantidad de bacterias patógenas.

Los estudiantes que lograron un crédito parcial en esta pregunta se encuentran el Nivel II de desempeño: ellos logran visualizar el descongelamiento como causa de, por ejemplo, la ocurrencia de enfermedades o la descomposición de un alimento, pero esta relación de causa efecto es muy simple, sin lograr visualizar en mayor profundidad cómo ocurre el proceso. En cambio, los estudiantes que obtienen crédito total en esta pregunta se encuentran el Nivel IV de desempeño: ellos utilizan los conocimientos científicos que tienen para comprender el proceso que se desata en la situación planteada y visualizan los factores involucrados y cuál, en este caso, es el posible impacto sobre la salud.

## Nivel III de desempeño

Siguiendo con la progresión de los niveles de logro, se estableció el TERCE que en el Nivel III los estudiantes muestran evidencia de ser capaces de:

- Interpretar información variada, presentada en gráficos de distintos formatos y/o con más de una serie de datos, para hacer comparaciones y reconocer conclusiones.
- Reconocer conclusiones a partir de la descripción de actividades de investigación.
- Aplicar sus conocimientos científicos para explicar fenómenos del mundo natural en variadas situaciones.
- Reconocer partes o estructuras de los sistemas vivos y relacionarlas con el rol que tienen en un sistema mayor.

Los ítems que se muestran a continuación corresponden a tareas que resuelven los estudiantes que se encuentran en este nivel.

Dos niñas hacen el siguiente experimento:

- Toman dos botellas plásticas transparentes y pintan una de negro. Las llenan con la misma cantidad de agua de una llave.
- Dejan las dos botellas al sol durante cuatro horas.
- Finalmente, toman la temperatura del agua de cada botella y observan que el agua de la botella negra está a mayor temperatura que el agua de la botella transparente.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones corresponde a una conclusión de su experimento?

- A) Las botellas plásticas calientan el agua.
- B) La pintura genera calor que calienta el agua.
- C) Las botellas de color negro absorben más calor que las transparentes.
- D) El agua puesta en botellas plásticas demora cuatro horas en calentarse.

C65C77037C

**Dominio:**

Materia y energía

**Proceso cognitivo:**

Pensamiento científico y resolución de problemas

Opción correcta	Porcentaje elección opción A	Porcentaje elección opción B	Porcentaje elección opción C	Porcentaje elección opción D	Porcentaje omisión/ inválidas
C	14%	27%	43%	12%	5%

Este ítem explica una situación experimental, presentando la observación de un resultado y requiere plantear una posible conclusión a partir del experimento, lo que ejemplifica la descripción de este nivel: “Reconocer conclusiones a partir de la descripción de actividades de investigación”. Para responder correctamente este ítem, primero se deben comprender todos los pasos del experimento, reconocer la diferencia entre las botellas y luego, tener claro el resultado. Con esa información, se debe entonces determinar la conclusión que se puede sacar a partir de dicho resultado.

Esta tarea fue omitida por el 5% de los estudiantes y fue resuelta en forma correcta

por el 43%. El distractor más seleccionado fue el B: La pintura genera calor que calienta el agua, elegido por el 27% de los estudiantes. Es una opción interesante para recoger una idea alternativa –pero errada- de los estudiantes, que le asignarían a la pintura la capacidad de “generar el calor” que calentaría el agua.

El distractor B es también el único que hace alguna referencia a la variable puesta a prueba, la diferencia entre las unidades experimentales. Es decir, quienes eligieron esta opción tomaron en cuenta la diferencia entre las botellas y relacionaron la diferencia en los resultados con la diferencia más evidente entre ellas.

Los seres humanos, al igual que otros seres vivos, necesitan eliminar del cuerpo el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) que se produce en las células.

¿Qué par de sistemas de órganos cumple esta función?

- A) Los sistemas digestivo y excretor.
- B) Los sistemas circulatorio y digestivo.
- C) Los sistemas nervioso y respiratorio.
- D) Los sistemas circulatorio y respiratorio.

C62B22084C

**Dominio:**  
Seres vivos

**Proceso cognitivo:**  
Comprensión y aplicación de conceptos

Opción correcta	Porcentaje elección opción A	Porcentaje elección opción B	Porcentaje elección opción C	Porcentaje elección opción D	Porcentaje omisión/ inválidas
D	24%	20%	21%	32%	3%

**Lo que se busca es una enseñanza de las ciencias que permita “desarrollar una actitud comprensiva de los problemas globales, utilizando la ciencia como un referente de conocimiento, en el cual los conceptos se articulan con lo ético y lo estético (lo bello de aprender), facilitando nuevos lenguajes para aprender a pensar el mundo y sus conflictos, un ciudadano que desarrolle el gusto por el pensamiento científico, reflexionando su propia experiencia de contribuir a las transformaciones de una sociedad injusta, en fin, recrear la ciencia y la tecnología, entendiéndola como una estrategia propicia para la convivencia, la participación y la educación valórica”. (Macedo y cols., pag. 12)**

Este ítem demanda el reconocimiento de los sistemas del cuerpo que, coordinadamente, cumplen el rol de eliminación del dióxido de carbono producido en las células. En esta pregunta se están relacionando dos conjuntos de estructuras con su rol en el organismo.

El objetivo de evaluación del ítem apunta a la descripción del nivel: “Reconocer partes o estructuras de los sistemas vivos y relacionarlas con el rol que tienen en un sistema mayor”. Para responder el ítem adecuadamente, el estudiante debe conocer la función de los sistemas respiratorio y circulatorio, en relación a la movilización de gases, en este caso del CO<sub>2</sub>.

Este ítem fue omitido por el 3% de los estudiantes y los distractores fueron seleccionados de manera homogénea, entre el 20% y el 24%, siendo la opción A (los sistemas digestivo y excretor) la más escogida. Esto, probablemente, se deba a

dos aspectos: la función de excreción de CO<sub>2</sub> en la orina, como ácido carbónico, y que los alumnos consideran la acción de eliminar materia fecal como excreción.

Probablemente, la dificultad de este ítem se encuentra en la tarea solicitada de combinar en el rol de la eliminación de CO<sub>2</sub> de dos sistemas, ya que usualmente se trabaja en el aula sistema a sistema, explicando las principales funciones que llevan a cabo, sin relacionarlos con los otros sistemas de órganos.

Otra posible dificultad puede relacionarse con que el ítem integra distintos niveles de organización. Se plantea la eliminación de CO<sub>2</sub> producido en las células y luego se pregunta por la función a nivel de sistemas. Por lo tanto, requiere que los alumnos puedan integrar procesos que se dan en distintos niveles de organización, lo que reviste cierta complejidad conceptual para niños de esta edad.



## Nivel IV de desempeño

Finalmente, en la prueba TERCE de ciencias naturales se estableció que los estudiantes del Nivel IV muestran evidencias de ser capaces de:

- Analizar actividades de investigación para identificar las variables involucradas, inferir la pregunta que se desea responder y seleccionar información pertinente.
- Discriminar de entre distintas preguntas, aquellas que se pueden responder científicamente.
- Utilizar términos científicos para nombrar fenómenos que no son del entorno inmediato.
- Utilizar conocimientos científicos para comprender procesos naturales, los factores involucrados y el impacto de su variación.

Los siguientes ítems son ejemplos de las tareas que pueden resolver los estudiantes del Nivel IV.

Susana realizó el siguiente experimento: en un terrario dejó tres caracoles y tres pequeños platos con diferentes tipos de alimentos, tal como se indica en la siguiente tabla:

Plato 1	Plato 2	Plato 3
50 gramos de arroz	50 gramos de lechuga	50 gramos de manzana

Después de tres días midió la masa de los alimentos que quedaban en cada plato.

¿Qué pregunta quería responder Susana con este experimento?

- A) ¿Cuánto come un caracol al día?
- B) ¿Se pelean los caracoles por la comida?
- C) ¿Comen los tres caracoles el mismo tipo de alimento?
- D) ¿Cuál de los alimentos utilizados es el preferido por los caracoles?

C62C72129C

**Dominio:**

Seres vivos

**Proceso cognitivo:**

Pensamiento científico y resolución de problemas

Opción correcta	Porcentaje elección opción A	Porcentaje elección opción B	Porcentaje elección opción C	Porcentaje elección opción D	Porcentaje omisión/ inválidas
D	35%	8%	23%	29%	4%

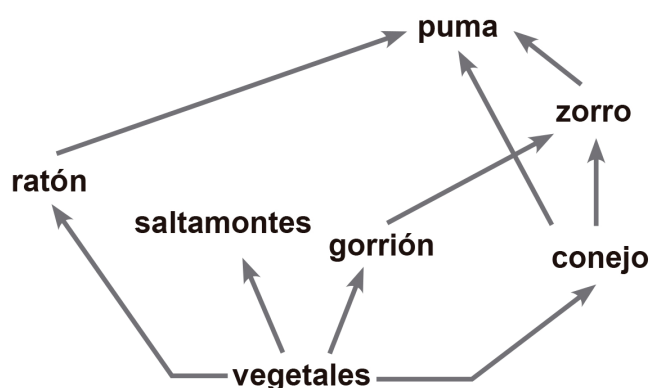
Este ítem describe una actividad experimental que se puede realizar en el contexto escolar y se evalúa el reconocimiento de la pregunta que se intenta responder con dicha investigación. Esto ilustra adecuadamente la descripción de este nivel de desempeño: “Analizar actividades de investigación para identificar las variables involucradas, inferir la pregunta que se desea responder y seleccionar información pertinente”.

Para responder correctamente este ítem, el estudiante debe comprender el experimento realizado y qué es lo que se busca como resultado, para poder inferir cuál es la pregunta que se quiere responder.

Este ítem fue omitido por el 4% de los estudiantes. La opción correcta fue seleccionada por el 29% y el distractor más potente fue el A: ¿Cuánto come un caracol al día?, elegido por el 35% de estudiantes, seguido por el C: ¿Comen los tres caracoles el mismo tipo de alimento? (23% de las respuestas).

Es probable que el hecho de indicar los gramos de alimento colocado en cada plato, con el fin de señalar que se entregaba la misma cantidad de cada tipo de alimento, haya potenciado la opción que proponía que lo que se buscaba era saber la cantidad de alimento que comían los caracoles al día.

El esquema muestra la trama alimentaria de un ecosistema en un determinado momento.



¿Qué pudo haber ocurrido en la trama, para que dos años más tarde se encuentre un aumento importante de la población de conejos y de gorriones?

- A) Aumentaron los saltamontes y los ratones.
- B) Se produjo una mortandad de zorros.
- C) Disminuyeron los vegetales.
- D) Los saltamontes dejaron de comer vegetales.

C63B40099C

**Dominio:**  
Ambiente

**Proceso cognitivo:**  
Comprensión y aplicación de conceptos

Opción correcta	Porcentaje elección opción A	Porcentaje elección opción B	Porcentaje elección opción C	Porcentaje elección opción D	Porcentaje omisión/ inválidas
B	22%	24%	36%	16%	2%

Esta tarea requiere, en primer lugar, comprender las relaciones tróficas presentadas en la trama alimentaria y, posteriormente, proponer una explicación plausible ante una variación en la misma.

Por lo tanto, este ítem ilustra la última descripción del Nivel IV: “Utilizar conocimientos científicos para comprender procesos naturales, los factores involucrados y el impacto de su variación”.

Para responder el ítem correctamente, el estudiante debe tener experiencia en la lectura de esquemas de tramas tróficas, luego comprender la alteración que se plantea, para finalmente ser capaz de seleccionar la causa probable de producir dicha alteración.

El ítem fue omitido por el 2% de los estudiantes y fue resuelto correctamente por el 24%. El distractor más seleccionado fue el C: Disminuyeron los vegetales, elegido por el 36% de los estudiantes; seguido de la opción A: Aumentaron los saltamontes y los ratones, elegida por un 22% de los estudiantes.

Con la selección de ambos distractores es probable que los educandos no hayan comprendido adecuadamente las relaciones presentadas en la trama alimentaria, ya que en ambos casos, el aumento de saltamontes y ratones o la disminución de los vegetales, no solo no llevarían a un aumento importante de conejos y gorriones, sino todo lo contrario. Otra explicación posible es que estos estudiantes no comprendieron que la situación se plantea en un plazo de dos años.



# Propuestas de prácticas para el aula con el fin de abordar los aprendizajes en ciencias naturales:

## Cómo hacer que los alumnos alcancen los niveles de desempeño más altos

En esta sección se proponen algunas actividades simples que pueden ser ejecutadas en aula. Estas actividades promueven el desarrollo de ciertos aprendizajes que subyacen a los ítemes mostrados anteriormente, como ejemplos de los distintos niveles de desempeño. El desarrollo de estos aprendizajes permite que los estudiantes alcancen niveles de desempeño mayor. A continuación se presentan las sugerencias de actividades diferenciadas según los tipos de aprendizajes a desarrollar.

### Reconocer necesidades vitales

El que los estudiantes conozcan cuáles son las necesidades vitales y cómo pueden ser satisfechas, ya sea en el ser humano o en otros seres vivos, como se demanda en el ítem con que se ejemplifica el Nivel I (pez en el acuario), les permite tener una base que aporta al cuidado de la propia salud y la de los demás, y desarrollar un respeto por los seres vivos que los rodean.

Es importante destacar a los estudiantes, por un lado, que tanto las necesidades vitales como los recursos y las formas para satisfacerlas son muy similares entre los distintos seres vivos. Por otro, que los organismos necesitan básicamente energía y materia, que obtienen mediante las posibilidades metabólicas que da el cuerpo y el ambiente en el cual habitan. Es interesante problematizar sobre estas similitudes y las posibles distinciones (por ejemplo, la incorporación de materia y energía de productores, consumidores y descomponedores).

La descripción y análisis de distintas situaciones cercanas, relacionadas por ejemplo con ellos mismos u otras personas, así como situaciones experimentales con algunos animales, pueden ser un aporte para el conocimiento y la comprensión de las necesidades vitales. A partir de los cuidados que los niños reciben de sus padres, se podría

establecer el concepto de “necesidades” que los diferentes seres vivos deben cubrir, comparando luego sus necesidades como niños con las de un cachorro o cualquier otra mascota, definiendo las necesidades vitales y su forma de satisfacerlas.

También resulta especialmente interesante aprovechar la situación para observar las diferencias de necesidades entre plantas y animales, y entre seres vivos que habitan distintos medios (por ejemplo, desplazamientos y/o respiración en animales terrestres y acuáticos; tipos de cubiertas corporales, etc.)

Los estudiantes podrían trabajar en grupos para investigar el crecimiento de plantas y animales. Para esta investigación podrían escoger una planta y un animal que idealmente tengan en sus casas. Luego, determinar qué deben hacer para mantener vivos y en buenas condiciones a los organismos en estudio; para esto, deben listar las necesidades que los estudiantes deberían cubrir para las plantas (agua, luz, temperatura) y para los animales (alimento, agua, abrigo, techo), de manera que puedan desarrollar el experimento. El siguiente cuadro es un ejemplo de cómo estas necesidades podrían ordenarse:

<p><b>PLANTA</b> Especie de planta (ej. Un tipo de cactus)</p>	<p><b>ANIMAL</b> Especie de animal (ej. Un tipo de pájaro)</p>
<p><b>Agua:</b> poca cantidad (regar solo una vez por semana).</p> <p><b>Luz:</b> abundante, puede estar al sol.</p> <p><b>Temperatura:</b> ambiente caluroso.</p>	<p><b>Agua:</b> abundante cantidad de agua fresca todos los días.</p> <p><b>Alimento:</b> semillas de alpiste y mijo; frutas y verduras frescas todos los días.</p> <p><b>Abrigo:</b> tapar la jaula si hace frío en la noche.</p> <p><b>Protección:</b> la jaula debe estar bajo techo para que no se moje y para que no le llegue sol directo todo el día (puede llegarle un rato durante la mañana o la tarde).</p>
<p><b>DIBUJO DE LA PLANTA EN SU ENTORNO</b></p>	<p><b>DIBUJO DEL ANIMAL EN SU ENTORNO</b></p>

Luego podrían comparar, determinando semejanzas y diferencias entre las necesidades vitales de plantas y animales, para llegar finalmente a que todos los seres vivos necesitan

lo mismo, pero lo obtienen de diferentes maneras dadas sus posibilidades y su hábitat. Esta comparación podría resumirse en una tabla simple como la siguiente:

	<b>Plantas</b>	<b>Animales</b>
<b>Semejanzas</b>		
<b>Diferencias</b>		

En una segunda etapa, los estudiantes podrían investigar acerca de los elementos necesarios para tener diferentes mascotas en la casa y responder preguntas tales como:

- ¿Por qué las peceras deben tener un aireador?
- ¿Qué diferencia hay entre los alimentos para perros y para gatos?
- ¿Qué cuidados hay que tener con ciertas mascotas respecto de la temperatura ambiente en distintas épocas del año?

Finalmente, los estudiantes podrían relacionar las respuestas a estas preguntas con el tipo de organismo, sus necesidades vitales y el hábitat de cada uno.

## Clasificar seres vivos

En relación con el primer ítem ejemplo del Nivel II (Clasificación de animales), cabe señalar que la capacidad de agrupar seres vivos, objetos o eventos bajo un determinado criterio o el reconocimiento del criterio con que han sido ordenados ciertos elementos es un tipo de actividad frecuente en las tareas de ciencias. En este sentido, el desarrollo de esa capacidad es muy importante y tiene aplicaciones de mucha utilidad en la vida cotidiana y también en otras áreas curriculares.

Una forma de acercarse al desarrollo de la habilidad de clasificar es haciendo ejercicios de agrupar objetos de diferentes clases; por ejemplo, lápices por tipo, tamaño, función, color, entre otros posibles criterios. Los estudiantes comprenderán de esta forma que los mismos objetos pueden ser clasificados de acuerdo a diferentes criterios, dependiendo del objetivo que se tenga.

Otra forma de trabajar la clasificación es a través de actividades cotidianas, como por ejemplo ordenar la habitación. Para esto, se les puede pedir a los estudiantes que hagan una lista, por ejemplo, de 20 objetos que podrían estar dispersos en su habitación. Luego, tendrían

que indicar dónde colocarían cada objeto (el armario, la cajonera, la repisa, el canasto de la ropa sucia, el basurero, el librero, etc.) y por qué lo ubicarían en ese lugar, lo que se relaciona con las características de los objetos. De esta manera, se obtiene en forma práctica el concepto “criterio de clasificación”. Luego, se puede discutir acerca de los criterios útiles y no tan útiles al momento de ordenar un conjunto de cosas. A partir de una actividad familiar para los estudiantes se desprende el concepto de “orden”, que es lo que nos motiva a clasificar la información.

Para la clasificación de seres vivos, por ejemplo animales, se puede comenzar observando varios de ellos, ya sea en el entorno natural cercano o a través de documentales, para que los estudiantes se familiaricen con las características principales y más evidentes, para luego compararlos y así establecer semejanzas y diferencias que permitan hacer agrupaciones. Estas características pueden estar orientadas al hábitat, a la forma de desplazamiento, al tipo de alimento que consumen, entre otras. Se puede solicitar a los alumnos que fabriquen tarjetas, fichas o cartas tipo naipes con dibujos de variados tipos de animales por un lado (pueden incluir animales muy diversos, como insectos, arácnidos, invertebrados marinos, vertebrados de distintas clases) y algunas características que los describan por el otro (de qué se alimenta, cómo es su cubierta corporal, su tamaño, cómo es el lugar donde vive, etc.). Ejemplo:



### OSO PANDA

**Come tallos de bambú**

**Cuerpo cubierto de pelos**

**Vive en bosques húmedos de coníferas.**

Luego se invita a los estudiantes a formar dúos, tríos o grupos más grandes, con las tarjetas ordenadas, primero, según criterios simples que ellos propongan espontáneamente, como por ejemplo, color o tamaño.

Luego de esta aproximación general, se puede hacer una observación más minuciosa que permita reconocer características que se usan en ciencias para clasificarlos, por ejemplo, el tipo de cubierta corporal (pelo, plumas, escamas, piel desnuda), su alimentación (herbívoros, carnívoros, omnívoros) o la presencia de columna vertebral, entre otras. A través de la observación, los estudiantes pueden reconocer una gran cantidad de organismos de similares características y nombrar los grupos, por ejemplo, de animales más comunes.

En una etapa posterior, usando los mismos naipes, se les puede pedir que armen grupos de 5 organismos y que otro compañero descubra el criterio que se utilizó para agruparlos o determine si están bien o mal agrupados según el criterio elegido. Otra posibilidad es que, sacando cartas al azar, los estudiantes compitan por determinar un criterio que permita crear la categoría más amplia posible.

Estos naipes podrían ser una gran herramienta de trabajo, dado el gran potencial de formas de uso que tienen, así como por la plasticidad y motivación lúdica que introducen en la clase.

## Interpretar información

El manejo de información presentada en diferentes formatos es una habilidad cada vez más requerida y más extendida en las diversas asignaturas, e, incluso, en los medios de prensa a través de gráficos e infografías. En el ítem ejemplo (también del Nivel II) sobre la persona con deficiencia de hierro se demanda la lectura de uno de los formatos

más simples y más comunes, tanto en ciencias como en otras disciplinas, las tablas de doble entrada. El desarrollo de esta habilidad puede comenzar, por ejemplo, a través del registro de información en tablas simples, generalmente información procedente de investigaciones hechas por los mismos alumnos, ya sean experimentales o bibliográficas. En un inicio, al igual que en las investigaciones, las tablas pueden contener poca información.

Una forma en que esta habilidad puede empezar a trabajarse es pidiendo a los alumnos que averigüen el número de estudiantes de cada curso de la escuela; una vez recopilada esta información, se les pide que lean a sus compañeros lo que han averiguado, a partir de lo cual se puede orientar la conversación para que se den cuenta de lo difícil que es analizar datos sin ordenarlos (puede ser una gran cantidad de datos, que se confunden o se olvidan con facilidad; es difícil compararlos si no están ordenados para observar diferencias, similitudes o tendencias según corresponda). Entonces se propone ordenar los datos en una tabla como la siguiente:

Curso	1°	2°	3°	4°	5°
N° de estudiantes	30	34	29	35	36

Se pueden plantear algunas preguntas en relación a los datos que muestra la tabla, por ejemplo: ¿Qué curso es el más numeroso de la escuela?, ¿Qué curso es el más pequeño de la escuela? A continuación, se puede preguntar cuántas niñas y niños hay en alguno de los cursos, lo que no podrán responder por no contar con esa información. Esta es una buena oportunidad de hacerles ver a los estudiantes que no siempre se puede responder todas las preguntas con un cierto conjunto de datos. A partir de esta conversación, se les pide a los alumnos que averigüen cuántas niñas y niños hay en cada curso, información que podrán agregar a la tabla, como sigue:

Curso	1°	2°	3°	4°	5°
<b>N° de estudiantes</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
<b>N° de niñas</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>17</b>
<b>N° de niños</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>19</b>

Una vez completada la tabla con la nueva información, se puede preguntar, por ejemplo: ¿Cuántas niñas hay en 3°?, ¿En qué cursos hay más niños y en cuáles hay más niñas?, ¿Hay algún curso que tenga igual cantidad de niñas y niños?

En una etapa posterior, las tablas se pueden ir haciendo cada vez más complejas. Para esto, se pueden introducir otras variables, tales como deportes que practican los estudiantes, asignatura que prefieren, gustos alimentarios, hábitos saludables (horas de deporte a la semana, tipo de alimentos ingeridos, tabaquismo en la familia). Estos datos se podrán ordenar en tablas de diversas maneras; por ejemplo, en una tabla como la presentada más arriba se podrían incluir datos respecto de la cantidad de niños que practican algunos deportes en los distintos cursos:

Curso	1°	2°	3°	4°	5°	
<b>N° de estudiantes</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	
<b>N° de niñas</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	
<b>N° de niños</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	
<b>N° niños que practican</b>	<b>Fútbol</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
	<b>Tenis</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
	<b>Basquetbol</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

Luego del trabajo con datos propios, se puede proporcionar tablas de datos con información recogida por terceros, de una extensión y variedad mayor. Por ejemplo, se pueden hacer actividades donde se analicen las tablas de información nutricional impresas en los envoltorios de los alimentos, actividades que tienen implicancia científica y social al permitir educar en un consumo responsable y crítico.

Para esto, se puede pedir a los estudiantes que trabajen en grupos de 4 o 5, juntando envases de al menos 10 alimentos que se consuman en su casa, que incluyan tablas de contenido nutricional, como la que sigue:

<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño de la Porción 2 medidas (aprox. 100g)	
Cantidades por porción	% IDR*
Calorías 410	
Carbohidratos Totales 76g	25%
Fibra 1,5g	6%
Azúcares 37g	
Proteínas 22g	
Grasa Total 2g	3%
Grasa Saturada 1g	5%
Colesterol 42mg	14%
Sodio 143mg	6%
Potasio 126	4%
Vitamina A 50% - Vitamina D 25% - Calcio 10%	
*Porcentaje diario recomendado basado en una dieta de 2000 calorías. Sus necesidades diarias pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas	

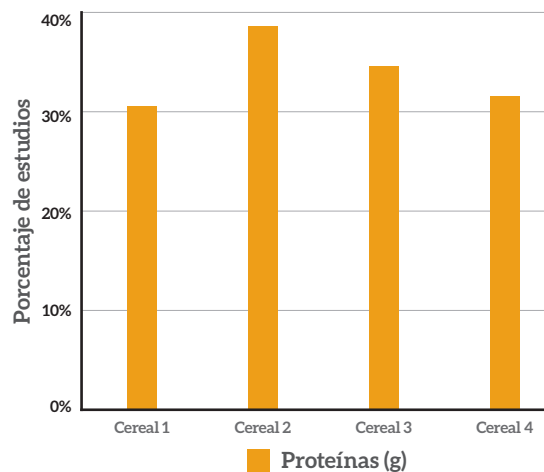
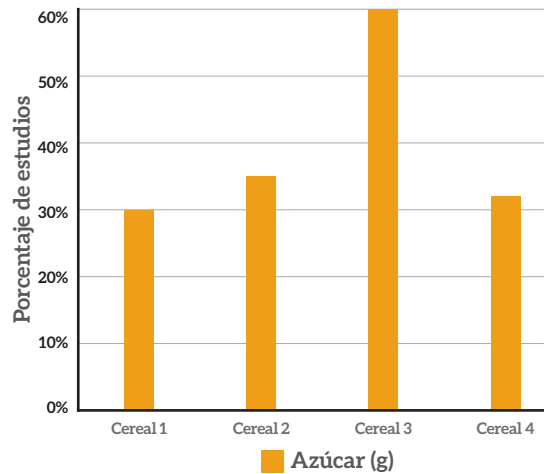


Usando la información de estos envases, los estudiantes podrán elaborar tablas que les permitan comparar el contenido de azúcar, sodio, grasas totales, etc., presentes en los diferentes alimentos que consumen habitualmente. Es importante mostrar a los estudiantes que la información de los envases puede ser entregada de diversas maneras, como por ejemplo, gramos de un determinado nutriente por porción del producto (el envase debería indicar a cuántos gramos de producto equivale una porción) o gramos de un nutriente cada 100 gramos del producto, etc. De esta forma, se podrá hacer comparaciones reales en relación al aporte de nutrientes de cada uno de los productos analizados.

También es aconsejable que la entrega de información se haga habitualmente a través del análisis de tablas y gráficos, de manera que la interpretación de éstos sea una actividad frecuente y rutinaria, para favorecer el análisis crítico y la comprensión de las mismas.

A partir del trabajo con tablas de datos, una vez que los estudiantes las manejan bien, es importante plantear situaciones en las que la información se haga más compleja o se torne difícil hacer comparaciones u observar tendencias si se manejan solo en formato de tablas; esto plantea el desafío de buscar otras formas de mostrar dicha información y para ello se hace necesario comenzar con el trabajo con gráficos de distintos formatos.

Continuando con la misma actividad del contenido nutricional de los alimentos, se puede plantear preguntas a los estudiantes, tales como: ¿Cuál es el alimento que entrega el mayor aporte de carbohidratos?, ¿Cuáles alimentos contienen menos sodio?, ¿Cuál de los cereales contiene más azúcar, cuál contiene más proteínas? Para responder estas preguntas se propone, entonces, la elaboración de gráficos, que permitirán comparar más fácilmente los distintos alimentos. Usando los datos de la actividad anterior se pueden elaborar gráficos, como por ejemplo, los siguientes:



En base a los gráficos elaborados, se les podrá pedir a los estudiantes que respondan las preguntas planteadas previamente y otras relacionadas.

## Determinar efectos de prácticas comunes

Para que los estudiantes puedan responder preguntas como el ítem abierto, que alude al descongelamiento de un alimento (tercer ejemplo del Nivel II), es posible, por ejemplo, a partir del estudio de la relación entre los microorganismos y la salud, y en particular del conocimiento y puesta en práctica de medidas básicas de higiene, recurrir a situaciones cotidianas donde sea necesario conservar alimentos y a algunos métodos para hacerlo. Resultan

particularmente ilustrativas, las actividades experimentales donde se compara lo que ocurre con un alimento si se conserva refrigerado o no; o bien, el cultivo de microorganismos en gelatina, que permite evidenciar las diferencias que hay entre mantener un alimento en condiciones de esterilización versus contaminado por microorganismos que provienen de distintas fuentes.

También se pueden desarrollar actividades donde se utilicen recursos que se generan en medios de prensa o en campañas sanitarias ante epidemias u otros casos concretos de importancia local o regional, relacionados con enfermedades infectocontagiosas, con la necesidad de establecer barreras sanitarias entre provincias o estados, con campañas de vacunación y con otras prácticas que apunten a la preservación de la salud pública. En estas situaciones, es importante destacar que las fuentes a utilizar deben ser confiables, lo que permitiría trabajar en cómo definir si una fuente es seria y responsable o no, actividad que sin duda es de suma relevancia y aplicable más allá de las ciencias naturales.

## Reconocer conclusiones de una actividad experimental

Para que los estudiantes puedan resolver tareas como la asociada al ítem que alude al experimento de las botellas plásticas puestas al sol (primer ejemplo del Nivel III) es necesario que en clases se realicen diversas actividades experimentales o que se muestren o se relacionen experimentos clásicos de la ciencia (como el de Van Helmont con la planta de sauce, para estudiar los requerimientos de las plantas, o el de Lavoisier con la observación del alumbrado de París y su trabajo sobre la conservación de la masa). De este modo, los estudiantes verán, a través de casos concretos, la diferencia entre resultados y conclusiones. También es recomendable indicar en las actividades realizadas en clase que los resultados de un experimento solo permiten proponer conclusiones parciales y acotadas, y no generalizaciones.

El desarrollo de estas habilidades científicas, puede abordarse, por ejemplo, estudiando los hábitos alimenticios y de salud del curso. Para esto, los estudiantes pueden separarse en grupos a los cuales se les asignará diferentes temas, tales como: análisis de lo que comen de merienda en la escuela, lo que comen al desayuno, el peso, la actividad física que realizan, etc. Cada grupo tendrá que preguntar a todos los compañeros de curso respecto del tema asignado (por ejemplo, deberán averiguar el peso de cada uno de sus compañeros). Luego de obtener la información, cada grupo la organiza según el criterio que elijan. Por ejemplo: alimentos ricos y bajos en calorías o grasa; la actividad física en cantidad baja, media o alta; el peso en bajo peso, normal, sobrepeso y obesidad, etc. Entonces, los resultados de cada grupo corresponderán al número de estudiantes que pertenece a una u otra categoría y podrán ordenarlos en tablas como las que siguen:

Peso	N° estudiantes
<b>bajo peso</b>	<b>5</b>
<b>normal</b>	<b>25</b>
<b>sobrepeso</b>	<b>8</b>
<b>obesidad</b>	<b>2</b>

Actividad física	N° estudiantes
<b>Baja</b>	<b>10</b>
<b>media</b>	<b>24</b>
<b>Alta</b>	<b>6</b>

A partir de los resultados obtenidos, los estudiantes podrán elaborar conclusiones, tales como:

- La mayoría de los estudiantes del curso consume alimentos saludables en la merienda.

- Un bajo porcentaje del curso consume desayuno saludable.
- X porcentaje del curso tiene sobrepeso.
- Un bajo porcentaje del curso realiza actividad física intensa.

Posteriormente, pueden cruzar la información obtenida por los otros grupos para elaborar conclusiones más complejas, por ejemplo, establecer relaciones entre peso corporal y hábitos alimenticios o de actividad física.

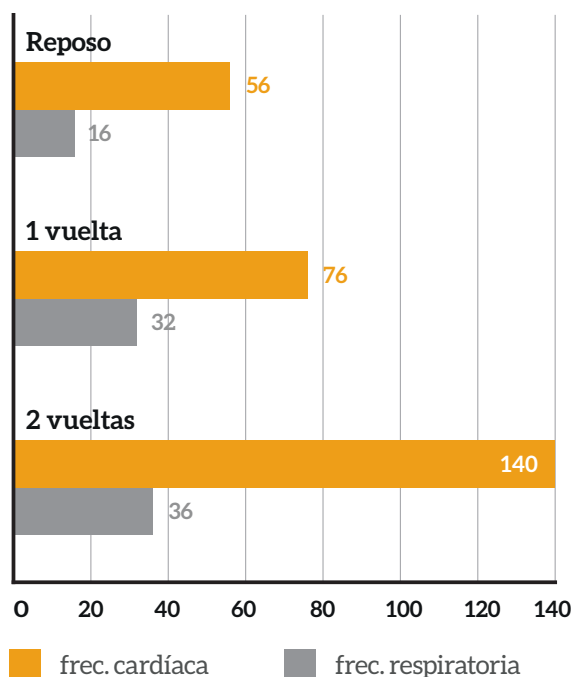
Este tipo de tareas permite, además, mostrar a la ciencia como una construcción social e histórica, en la que los propios estudiantes pueden hacer sus aportes y les proporciona herramientas para trabajar en grupo, plantear y defender distintos puntos de vista, a partir de lo observado.

## Comprender interacciones entre sistemas corporales

Con respecto al ítem que aborda la relación de estructuras corporales para la eliminación del dióxido de carbono producido en las células (segundo ítem ejemplo del Nivel III), los estudiantes que hayan trabajado más allá del reconocimiento de las partes de los sistemas corporales tendrán más posibilidades de responder satisfactoriamente a tareas en las que se demande establecer relaciones entre dos o más sistemas. Por lo tanto, es recomendable que se realicen actividades en que estas relaciones se evidencien, como hacer mediciones de frecuencia cardíaca y respiratoria en situaciones de reposo, comparadas con mediciones después del ejercicio físico.

Para esto, los estudiantes pueden trabajar en parejas: en primer lugar, se miden el pulso uno a otro y la frecuencia respiratoria en reposo. Medición que repiten luego de correr una vuelta alrededor del patio. Reposan y corren dos vueltas a la cancha y vuelven a medir. Una vez terminadas las mediciones pueden tabular y graficar los datos para cada niño, como sigue:

Estado	Frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto)	Frecuencia cardíaca (latidos por minuto)
En reposo	16	56
Después de correr 1 vuelta	32	76
Después de correr 2 vueltas	36	140



A partir del análisis de este gráfico pueden plantear conclusiones, descubriendo la relación que existe entre la actividad física y la frecuencia respiratoria y cardíaca. Pueden, finalmente, comparar los gráficos de todos los estudiantes del curso. En general, en las mallas curriculares y en los textos escolares se presentan los sistemas corporales de manera aislada, por lo que suele ocurrir que a los estudiantes les cuesta establecer relaciones entre ellos; por ello es necesario realizar una mirada intencional más detenida en las estructuras u órganos en que estas relaciones puedan verse de manera más evidente, como los alveolos pulmonares, los riñones, intestinos, etc. o en la función de conexión intersistemas de la sangre, al estudiar el sistema circulatorio.

## Relacionar un diseño experimental con la pregunta que se quiere responder

El ítem referido a la pregunta de investigación que subyace al experimento de los caracoles (primer ejemplo del Nivel IV) es abordable, tal como el ítem del experimento con las botellas, para estudiantes que tienen experiencias con actividades de investigación, particularmente en lo referente al diseño de los mismos. También se pueden estudiar los diseños de experimentos hechos por otras personas, evaluar si éstos se ajustan a lo que se pretende observar y estudiar o hacer propuestas de cambios para mejorar esos diseños. También, en este caso, se puede acudir a ejemplos históricos de las ciencias, como por ejemplo las mejoras en los diseños experimentales de Francisco Redi, Lázaro Spallanzani y Luis Pasteur, en la búsqueda por explicar las causas de la descomposición de los alimentos.

Un aspecto relevante en el diseño de un experimento es tener claridad sobre cuáles son las variables en estudio. Para esto es necesario que los estudiantes puedan controlar variables en sus diseños experimentales, de manera que puedan determinar cuáles influyen y cuáles no tienen influencia en los resultados.

Esto se podría ejercitar, por ejemplo, trabajando con germinación de semillas. Para comenzar, los estudiantes deben hacer una lista de los factores que podrían afectar este proceso, como agua, temperatura, tipo de semilla o luz. En esta etapa se requiere de conocimiento básico respecto del tema sobre el cual se va a investigar para determinar los factores que influyen o no en éste. Los niños también deben incorporar el concepto de “variable” como aquellos factores que pueden cambiar, ya sea naturalmente o porque son manipulados, y el concepto de “constante” como aquel factor que naturalmente no cambia o que se puede controlar para que no cambie. Esto permitirá que los estudiantes reconozcan las variables y las constantes, tanto en sus propios diseños experimentales, como en otros que les sean presentados.

En una primera etapa, se puede hacer un diseño experimental en el cual todas las variables se mantengan constantes. En el ejemplo de la germinación, se pueden poner a germinar varias semillas en las mismas condiciones: para esto cada grupo de alumnos siembra 10 o 20 semillas (se recomienda usar semillas de rabanito, porque germinan rápido) separadas en dos recipientes con tierra, los que serán mantenidos en una misma zona de la sala de clases, para que tengan la misma cantidad de luz y la misma temperatura; además, se regarán de la misma manera.



*Semillas sembradas en tierra.*



*Semillas germinadas.*

Se revisará el experimento cada dos días y se registrará el día en que aparecen los brotes. El experimento puede mantenerse por más días, midiendo cuánto crece cada plantita en un período de tiempo.

Esta experiencia permitirá observar que aun cuando se controlen todas las variables, igualmente se generarán pequeñas diferencias, puesto que se está trabajando con seres vivos. Considerando estas pequeñas diferencias como algo propio del trabajo con seres vivos, se podrá introducir el concepto de “diferencia significativa”, que da cuenta del efecto que se puede producir al modificar una de las variables.

En una segunda etapa, se puede modificar una de las variables, manteniendo las demás fijas. Cada grupo sembrará igual cantidad de semillas que en la primera etapa, pero los dos recipientes con semillas se mantendrán, por ejemplo, a distinta temperatura; un recipiente se puede mantener en la sala y el otro, en una zona más fría o más cálida del colegio; en ambos lugares la luminosidad debe ser similar y se deben regar de igual manera; se revisará el experimento de la misma forma que se indica en la primera parte y, posteriormente, se compararán los resultados. Si las diferencias observadas son mayores que las ocurridas en la primera etapa, los estudiantes podrán concluir que se deben a los cambios en la variable manipulada (en este caso, la temperatura).

Luego se puede hacer lo mismo con las otras variables, o trabajar en paralelo con diferentes grupos, donde cada uno altera sólo una de las variables. Lo más importante de este trabajo es reconocer la importancia de mantener algunas variables fijas y manipular una sola a la vez para permitir concluir al respecto.

Si se trabaja en plantear preguntas científicas que se puedan responder por medio de una actividad experimental, los jóvenes tienen posibilidad de hacer el camino inverso, es decir, frente a la descripción de un experimento pueden inferir cuál es la pregunta que generó esa experimentación.

## Interpretar redes tróficas

Para resolver tareas como la del ítem de la cadena trófica (segundo ejemplo del Nivel IV) es recomendable que los estudiantes trabajen inicialmente con cadenas alimentarias de especies que conocen (ya sea por ser de sus regiones, plazas o jardines, o de lugares remotos ampliamente filmados en documentales). Es importante explicar a los estudiantes que, por convención, el sentido de las flechas va en la dirección del flujo de la materia y la energía, de presa a depredador, ya que usualmente los estudiantes las utilizan al revés, como representando el camino que recorre el depredador hacia la presa.

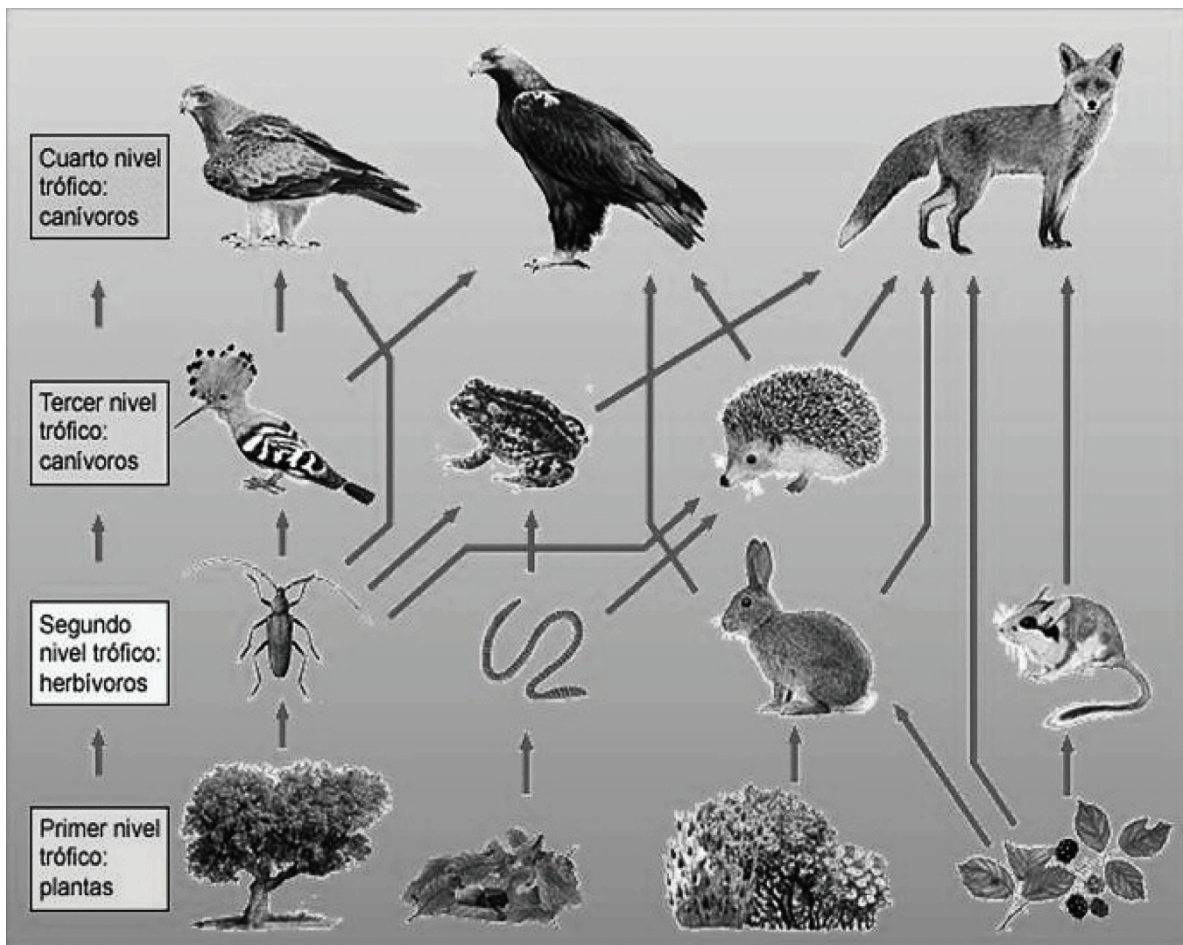
Para esto, se podría entregar un pequeño texto en que se describa una serie de organismos relacionados tróficamente, a partir de lo cual se les pide a los estudiantes que construyan una cadena alimentaria. A continuación se presenta un texto a modo de ejemplo, pero es recomendable que se usen organismos propios del lugar donde viven los estudiantes, de manera tal que les resulten familiares y, por lo tanto, tengan la posibilidad de observar lo descrito directamente:

“Andrea y Ramiro fueron un fin de semana con sus padres a hacer un picnic en las afueras de la ciudad. Subieron por la ladera de un cerro cubierto de árboles, hasta que llegaron a una explanada en un claro del bosque, donde había una pradera y algunos árboles altos. Era un buen lugar para hacer picnic, así que ahí se instalaron. Mientras sus padres preparaban las cosas para comer, Andrea y Ramiro salieron a explorar los alrededores; de pronto vieron que algo saltaba entre las hierbas y se quedaron quietos para observar de qué se trataba: ¡había muchos saltamontes comiendo hierbas! Se divirtieron viendo como esos insectos saltaban de un lugar a otro; de pronto vieron cómo un pájaro llegaba a posarse y luego salía volando con un saltamontes atrapado en su pico. -¡Ah, ese zorzal debe ser insectívoro!- dijo Andrea.

Siguieron recorriendo el lugar y cerca de unos matorrales encontraron una feca que les llamó la atención. Llamaron al papá y le preguntaron de qué animal podría ser esa feca. El papá la observó y les dijo que era de un zorrillo. -¿De qué se alimentan los zorros?- preguntó Ramiro. -Comen algunos pajaritos; miren, al aplastar la feca se ven unos restos de huesitos pequeños, pueden ser de un zorzal que fue comido por el zorro.”

Luego de la lectura del texto, se puede aclarar las dudas que pudieran tener los niños respecto de ciertos términos utilizados o a los animales mencionados. A continuación, se les puede pedir que construyan una cadena alimentaria, en la cual se incluyan todos los organismos mencionados. La cadena, para este ejemplo, sería como sigue:

**Pasto → saltamontes → zorzal → zorro**



Posteriormente, es necesario mostrar que en la naturaleza las relaciones son más complejas que las representadas en las cadenas alimentarias, por lo que se utilizan tramas tróficas (que de todas maneras no agotan la totalidad de relaciones en la naturaleza). Los estudiantes necesitan hacer variados ejercicios de entrecruzamiento de relaciones tróficas, estructurando tramas.

Uno de los aspectos más difíciles de comprender para los niños en los diagramas de tramas tróficas es la interpretación del sentido de las flechas y la extracción de información no evidente desde la trama a través de inferencias simples. Para esto, se puede trabajar con algún esquema de trama trófica de internet (como la que se muestra arriba) o de algún texto, induciendo el análisis de la trama en diferentes

niveles, aplicando los conocimientos previos y haciendo inferencias.

Para esto, se puede partir analizando la trama con los estudiantes, explicando el sentido de las flechas y revisando conceptos previos, como la clasificación en herbívoros y carnívoros, autótrofos y heterótrofos, etc. Luego, usando otra trama similar, se puede solicitar a los alumnos que hagan lo mismo.

A continuación, se les puede pedir a los estudiantes que realicen las siguientes actividades a partir de la trama trófica presentada:

- Fabricar una lista de lo que come cada organismo de la trama.
- Señalar cuáles organismos son autótrofos y cuáles son heterótrofos.
- Señalar cuáles organismos son consumidores y cuáles productores.
- Señalar cuáles organismos son herbívoros y cuáles carnívoros.
- Indicar tres cadenas tróficas diferentes dentro de esta trama: una formada por dos organismos, una formada por tres organismos y otra formada por cuatro organismos.

Es recomendable el estudio de casos en donde se altere una trama trófica y se puedan discutir y estudiar con evidencias las consecuencias de esa alteración. Pueden ser alteraciones antropogénicas o de origen natural. Es común encontrar ejemplos de alteraciones producidas por introducción de especies exóticas de parte del ser humano o, en la actualidad, ante el cambio climático global, se presentan ejemplos de migraciones, muertes de individuos, disminución del tamaño poblacional en ciertos ecosistemas o aumento de otras ante sequías prolongadas, o fenómenos naturales como cambios en los periodos de lluvias u otros patrones climáticos.

Una búsqueda para estos ejemplos puede enfocarse en situaciones regionales, como

la tala en amplias zonas de la Amazonia, o en impactos locales ante erupciones volcánicas, entre otras.

Usando el mismo esquema presentado anteriormente, se puede abordar con los estudiantes situaciones en las que una trama trófica es alterada por distintos factores. Para esto se puede plantear a los alumnos algunas situaciones, como las siguientes:

- ¿Qué ocurriría si en la comunidad representada en la trama trófica un virus ataca a los zorros y muere más de la mitad de ellos?
- Supón que muy cerca de este ecosistema se establece un cultivo artificial y aplican un herbicida para limpiar el terreno de hierbas. ¿Qué cambios podrían ocurrir en la comunidad representada en la trama trófica?
- Supón que en un predio vecino al ecosistema representado en esta trama comienzan a criar conejos y por algún problema con las jaulas, se escapan 100 conejos, que se refugian en dicho ecosistema. ¿Cuál sería el efecto de los conejos en esta comunidad?



## Síntesis, discusión y proyecciones del estudio

A modo de síntesis, es posible destacar el amplio acuerdo que existe, tanto a nivel regional como global, para promover la enseñanza de las ciencias en el ámbito escolar, como un aporte en el contexto actual en diferentes áreas de la vida. Por un lado, se plantea consolidar la comprensión de nociones y conceptos científicos, de modo que puedan desenvolverse con mejores herramientas en un ambiente altamente tecnologizado y por otro, también destaca la importancia de desarrollar las competencias científicas que permitan tomar decisiones de manera crítica y fundamentada en un análisis objetivo y consistente.

Se han planteado varias propuestas de reflexión, que seguramente son objeto del trabajo de los equipos de políticas públicas en cada país, pero que también deberían ser crecientemente parte de las reflexiones pedagógicas de profesoras y profesores en cada unidad escolar.

Una de éstas se relaciona con la selección de las ideas y conceptos centrales a incluir en los contenidos que se abordan en el aula y los criterios para hacerlo. Una posibilidad es escoger temas ampliamente aplicables, tópicos generales, de los

cuales se desprenden contenidos que permitan formar una base, como problemas relacionados con la salud personal y el bienestar social, el medio ambiente o el uso de la energía.

Otra área de reflexión trata sobre la necesidad de incorporar en la ciencia escolar una doble mirada: la del conocimiento científico y otra sobre cómo ese conocimiento se desarrolla por medio de la investigación científica. Con respecto a las habilidades a desarrollar por medio de la enseñanza de las ciencias se constata el hecho de que no solo se promueven las que le son propias a las ciencias, sino que también las que capacitan a los estudiantes para participar en otros ámbitos de la vida escolar y adulta. Entre las habilidades propiamente científicas destacan: analizar e interpretar datos, clasificar, comunicar, diseñar y planificar una investigación, formular hipótesis y preguntas, hacer experimentos, observar, predecir, evaluar resultados y trabajar con datos. Pero además de este tipo de habilidades también se pueden desarrollar otras adicionales, como por ejemplo: capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, interpretar distintos tipos de lenguajes y comunicar ideas, resolución de problemas no rutinarios, pensamiento sistémico, entre otras.



Los resultados del estudio TERCE, en relación a las habilidades medidas, muestran que la habilidad de pensamiento científico y resolución de problemas es aquella en la cual los estudiantes muestran un mejor desempeño, por sobre las de reconocimiento de información y conceptos y la de comprensión y aplicación de conceptos. Resultados que abren un campo interesante de investigación en la búsqueda de explicaciones a esto y, también, indagar más específicamente acerca de cuáles son la clase de logros que tienen los estudiantes en esta área.

Algunas posibles explicaciones que podrían servir de hipótesis para dichas investigaciones surgirían al poner el foco en las prácticas en el aula. Probablemente, algunos de los conceptos recogidos como parte integrante de los currículos nacionales son trabajados con distintos grados de profundidad, teniendo en cuenta que varios vuelven a ser estudiados en años posteriores en las áreas de la Biología, Física o Química, durante la educación secundaria.

En este sentido, es posible indagar si estos resultados asociados a las habilidades

se comportan de la misma manera o no, en los cinco dominios del TERCE (Salud, Seres vivos, Ambiente, La Tierra y el sistema solar y Materia y energía). Otra explicación podría ser que se estén promoviendo de manera más sistemática actividades relacionadas con la resolución de problemas y propias del pensamiento científico, que aquellas de reconocer y aplicar información y conceptos.

**Es posible destacar el amplio acuerdo que existe, tanto a nivel regional como global, para promover la enseñanza de las ciencias en el ámbito escolar, como un aporte en el contexto actual en diferentes áreas de la vida.**

# Referencias bibliográficas

**Arancibia, V., Herrera, P. y Strasser, K. (1997)**

Manual de Psicología Educacional. Ediciones UC.

**Baquero R. (1997).** “Vygotski y el

aprendizaje escolar”, Buenos Aires. Aique.

**Bybee R. W. (2010).** The Teaching of

Science: 21st Century Perspectives. NSTA Press.

**Cizek, G., & Bunch, M. (2007).** Standard setting:

A guide to establishing and evaluating performance standards on tests. SAGE Publications Ltd.

**Guerra R., María Teresa y Jiménez A., María Pilar (2011).**

“¿Qué se necesita para enseñar ciencias?”. En: Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI, Secretaría de Educación Pública, México.

**Harlen, Wynne (2010).** “Principios y grandes ideas de la

educación en ciencias”, Association for Science Education College Lane, Hatfield, Herts. Disponible en la página web [www.ase.org.uk](http://www.ase.org.uk) y sitios asociados. Versión en español disponible en [www.innovvec.org.mx](http://www.innovvec.org.mx) y [www.ciae.uchile.cl](http://www.ciae.uchile.cl)

**Jiménez A., María Pilar (2007).** “El aprendizaje

de las ciencias: construir y usar herramientas”. En: “Enseñar ciencias”, Editorial Grao, Barcelona. Segunda edición.

**Lederman, N.G., Lederman, J.S., & Antink, A. (2013).**

Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.

**Macedo, B., R. Katzkowicz y M. Quintanilla (2006),**

“La educación de los derechos humanos desde una visión naturalizada de la ciencia y su enseñanza: aportes para la formación ciudadana”. En: *Construyendo ciudadanía a través de la educación científica*, Unesco. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001595/159537S.pdf>

**Michaels, Sarah; Shouse, Andrew W. y Schweingruber, Heidi A. (2007 o 2014)** “En sus marcas, listos, ciencia! De la investigación a la práctica en las Clases de ciencias en la educación básica”. Traducción de la Academia Chilena de Ciencias de “Ready, Set, Science!: Putting Research to Work in K-8 Science Classrooms” Sarah Michaels, Andrew W. Shouse, and Heidi A. Schweingruber; National Research Council (2007). Disponible en: <http://www.academiadeciencias.cl/wp-content/uploads/2015/04/En-sus-marcas.pdf>

**Mitzel, H. C., Lewis, D. M., Patz, R. J., & Green, D. R. (2001).** The bookmark procedure: Psychological perspectives. Setting performance standards: Concepts, methods, and perspectives, 249–281.

**OCDE (2013).** PISA 2015 DRAFT SCIENCE FRAMEWORK.

**Rodríguez P., Diana; Izquierdo A. Mercè y López V., Dulce (2011)** “¿Por qué y para qué enseñar ciencias?”. En: Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI, Secretaría de Educación Pública, México.

**TIMSS (2009).** Timss 2011 Assessment frameworks. International association for de evaluation of Educational Achievement (IEA).

**OREALC/UNESCO Santiago (2013).** Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo: Análisis Curricular. Santiago de Chile: UNESCO. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/analisis-curricular-terce.pdf>

**UNESCO/OREALC (2008).** Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe. Primer reporte de los resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo. OREALC/UNESCO Santiago, p. 88.

**Piaget, J. (1950).** “Discours du directeur du Bureau international d’éducation”. En: Treizième Conférence internationale 10 de l’instruction publique: procès-verbaux et recommandations. Ginebra, Oficina Internacional de Educación, págs. 35-36.

**Zieky, M., Perie, M., & Livingston, S. (2006).** A primer on setting cut scores on tests of educational achievement. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

**terce**



TERCER ESTUDIO REGIONAL COMPARATIVO Y EXPLICATIVO

## Aportes para la Enseñanza de las Ciencias Naturales

Este libro forma parte de una colección más amplia, denominada “Aportes para la Enseñanza”. Se trata de cuatro ejemplares, uno por cada área evaluada en el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo, TERCE (lectura, escritura, matemática y ciencias naturales), que llevó a cabo el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE), organismo compuesto por 15 países de la región y coordinado por la OREALC/UNESCO Santiago.

Estos cuatro volúmenes tienen el mismo propósito fundamental: utilizar los resultados del TERCE para acercar los resultados de la evaluación de logros de aprendizaje a los docentes y entregarles herramientas para su trabajo en el aula.

“Aportes para la Enseñanza de las Ciencias Naturales” se organiza en cuatro secciones. La primera presenta el enfoque de la enseñanza de las ciencias naturales en la región, a partir de la revisión del análisis curricular que sirve como marco de evaluación de las pruebas, especificando los propósitos, objetivos, características y orientación de la enseñanza de esta disciplina. La segunda hace una presentación de la prueba TERCE, detallando los aprendizajes que evalúa. La tercera sección muestra los resultados de los estudiantes en los distintos dominios y procesos cognitivos evaluados en las pruebas del TERCER y sexto grados. En la cuarta sección se entregan ejemplos de preguntas representativas de distintos niveles de logro en las pruebas y se aportan sugerencias o propuestas de prácticas pedagógicas para promover que los estudiantes alcancen los niveles más avanzados.

Confiamos en que este texto sea un valioso insumo para que los maestros puedan sacar provecho de los resultados del TERCE, transformándose en una herramienta de trabajo que vaya en beneficio de los estudiantes. Este hecho constituye uno de los objetivos esenciales de OREALC/UNESCO Santiago con la calidad de la educación y en particular con la evaluación de ésta, pues consideramos que el destino final de los estudios debe ser el aula, donde efectivamente tienen lugar los procesos de mejora del aprendizaje. Este es el valor y fin último de los textos de “Aportes para la Enseñanza” y es el esfuerzo en el que estamos comprometidos.