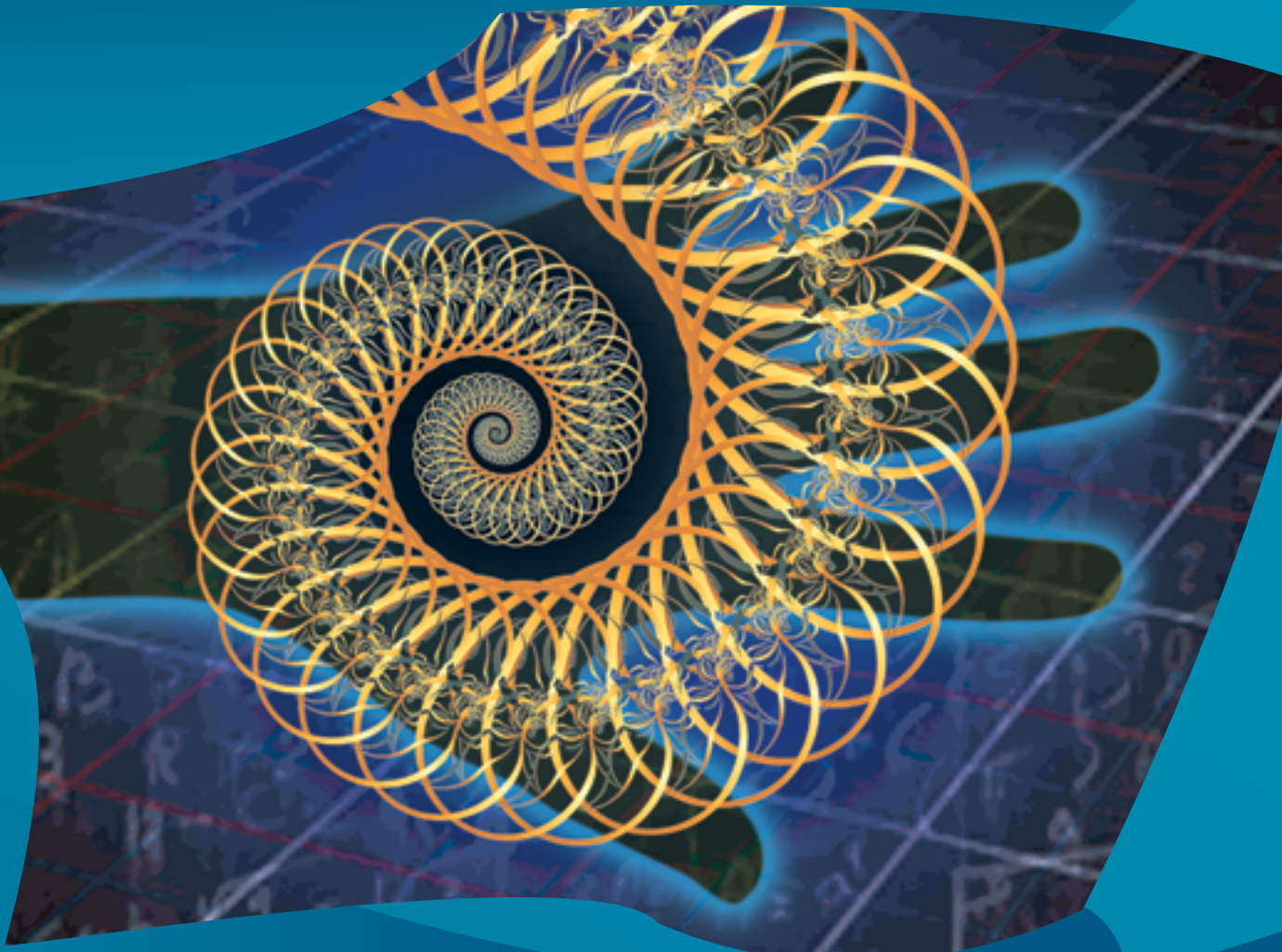



TRENDS IN INTERNATIONAL MATHEMATICS AND SCIENCE STUDY

# TIMSS



## TIMSS 2011 Marcos de la evaluación

	<p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p>	<p>MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE</p>
--	---------------------------	---

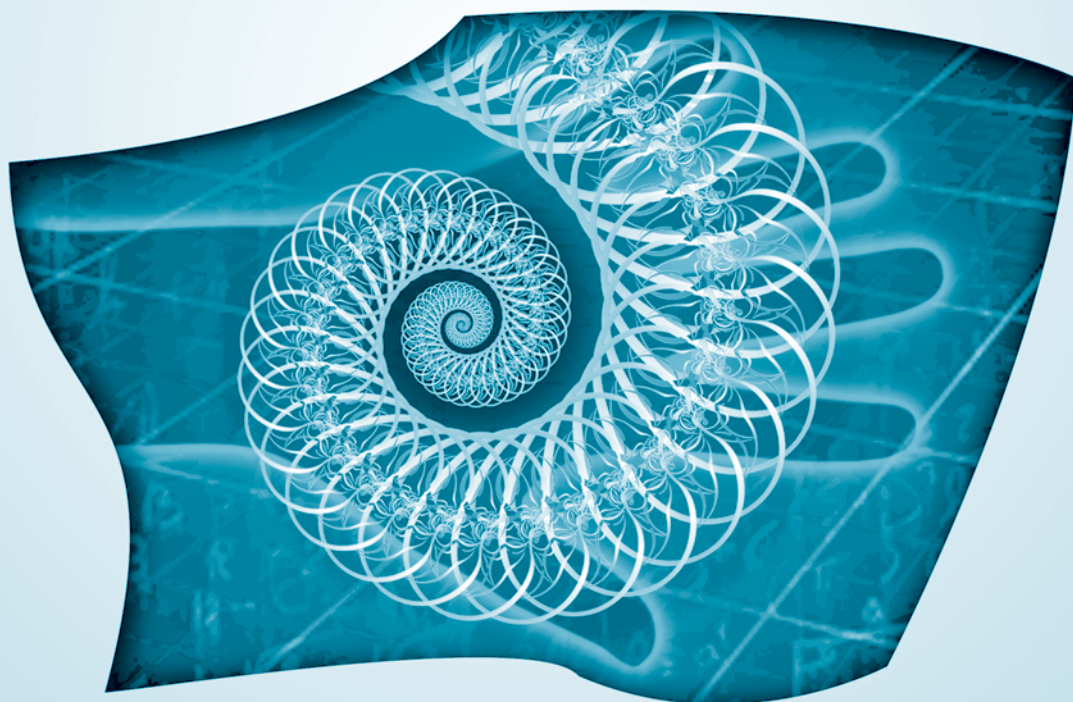


**TIMSS & PIRLS**  
International Study Center  
Lynch School of Education, Boston College

# TIMSS 2011

## Marcos de la evaluación

Ina V.S. Mullis  
Michael O. Martin  
Graham J. Ruddock  
Christine Y. O'Sullivan  
Corinna Preuschoff



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN, CULTURA  
Y DEPORTE

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL  
Y UNIVERSIDADES

INSTITUTO NACIONAL  
DE EVALUACIÓN EDUCATIVA



**TIMSS & PIRLS**  
International Study Center  
Lynch School of Education, Boston College

Catálogo de publicaciones del Ministerio:

[mecd.gob.es](http://mecd.gob.es)

Catálogo general de publicaciones oficiales

[publicacionesoficiales.boe.es](http://publicacionesoficiales.boe.es)



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE**

SECRETARÍA DE ESTADO DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL Y UNIVERSIDADES

DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y COOPERACIÓN TERRITORIAL

Instituto Nacional de Evaluación Educativa

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Subdirección General

de Documentación y Publicaciones

Edición: 2012

NIPO: 030-12-124-5

DOI: 10.4438/030-12-124-5

Obra publicada por acuerdo con la IEA, originalmente bajo el título: *TIMSS 2011 Assessment Frameworks*.

Editado por: *TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College*.

*Copyright © 2009 by the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), Amsterdam, the Netherlands.*

Library of Congress Catalog Card Number: 2009903161

TIMSS & PIRLS. International Study Center

Lynch School of Education. Boston College

Chestnut Hill, MA 02467

Estados Unidos

Tel: +1-617-552-1600

Fax: + 1-617-552-1203

E-mail: [timss@bc.edu](mailto:timss@bc.edu)

<http://timssandpirls.bc.edu>

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
• Visión general de TIMSS	13
• Tendencias de seguimiento	14
• Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación TIMSS 2011	15
• El modelo curricular de TIMSS	16
• El proceso de desarrollo para los Marcos teóricos y especificaciones de evaluación de la TIMSS 2011	17
• TIMSS y PIRLS en 2011	18
• ¿Cuál es el valor de TIMSS?	19
<b>CAPÍTULO 1. TIMSS 2011: Marco teórico de las Matemáticas</b>	<b>21</b>
• Visión general	23
• Dominios de contenido de Matemáticas. 4º curso de Educación Primaria	25
• Dominios de contenido de Matemáticas. 2º curso de ESO	31
• Dominios cognitivos de Matemáticas. 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO	40
<b>CAPÍTULO 2. TIMSS 2011: Marco teórico de las Ciencias</b>	<b>45</b>
• Visión general	47
• Dominios de contenido de Ciencias. 4º curso de Educación Primaria	49
• Dominios de contenido de Ciencias. 2º curso de ESO	57
• Dominios cognitivos de Ciencias. 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO	70
• Investigación científica en TIMSS 2011	75

<b>CAPÍTULO 3. TIMSS 2011: Marco teórico del contexto</b>	<b>79</b>
• Visión general	81
• El modelo curricular de TIMSS	82
• Contextos nacionales y comunitarios	83
• Los centros	86
• Contextos en el aula	91
• Características y actitudes de los alumnos	97
<b>CAPÍTULO 4. Diseño de evaluación de TIMSS 2011</b>	<b>101</b>
• Visión general	103
• Poblaciones de estudiantes evaluadas	104
• Informe del rendimiento de los alumnos	105
• Diseño del cuadernillo de prueba TIMSS 2011	106
• Tipos de preguntas y procedimientos de puntuación	110
• La divulgación del material de evaluación al público	112
• Cuestionarios de contexto	112
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>115</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>125</b>
• ANEXO A: Reconocimientos	127
• ANEXO B: Ejemplos de preguntas de Matemáticas	137
• ANEXO C: Ejemplos de preguntas de Ciencias	143

# Prólogo

En las últimas décadas el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) del Ministerio de Educación Cultura y Deporte viene participando en estudios internacionales de evaluación comparada sobre el rendimiento educativo del alumnado que realizan instituciones internacionales como la Unión Europea, la OCDE o la IEA. Algunos de estos estudios, como PISA, iniciado el año 2000, son bien conocidos por la comunidad educativa e incluso por la opinión pública española, pero hay otros estudios no tan conocidos, como el TIMSS de la IEA que aquí se trata.

La IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento en Educación) es una asociación cooperativa e independiente formada por instituciones nacionales y agencias gubernativas dedicadas a la investigación y evaluación del rendimiento de los alumnos. Fundada en 1959, la IEA ha llevado a cabo numerosos estudios de evaluación internacionales. Dos de los más antiguos y destacados son TIMSS (*Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias*) y PIRLS (*Estudio Internacional de Progreso en Comprensión Lectora*); ambos evalúan el rendimiento del alumnado en 4º curso de Educación Primaria (10 años) y TIMSS también en 2º curso de ESO (14 años).

España ha participado en varias ediciones anteriores de estos estudios (PIRLS, en 1990 y 2006; TIMSS en 1995) y decidió participar en ambos en 2011, año en que se han realizado conjuntamente. A diferencia de ocasiones anteriores en que fueron evaluados los alumnos de 13 y 14 años (TIMSS se aplicó en 7º y 8º de EGB en 1995), desde PIRLS 2006 el Ministerio y las administraciones educativas autonómicas han decidido limitar las evaluaciones de TIMSS y PIRLS sólo al alumnado de 4º de educación primaria. La razón es clara: obtener así datos comparativos internacionales del rendimiento en lectura, matemáticas y ciencias a los 10 años, que complementen las evaluaciones periódicas que de esas mismas competencias realiza PISA a los alumnos de 15 años. De esta forma, el sistema educativo español dispone de un marco estable de evaluaciones internacionales que facilita puntos de referencia periódicos con los que contrastar y valorar mejor los resultados de las evaluaciones nacionales.

Los marcos teóricos ofrecen la base sobre la que está construida la evaluación de las Matemáticas y las Ciencias en TIMSS 2011, y son el resultado de un proceso extenso de colaboración que incluye a muchos individuos y grupos de expertos de todo el mundo, además de a los coordinadores nacionales (NRCs) de los más de 60 países participantes. El proceso reiterado de consulta, colaboración y revisión sistemática entre los representantes de todos los países que participan en TIMSS, investigadores internacionales en matemáticas y ciencias y otros expertos, garantiza que este marco recoge los últimos avances sobre evaluación comparativa a gran escala en Matemáticas y Ciencias y, plasma los intereses de muchas personas y países de todo el mundo.

Este libro, *Marcos de la evaluación de TIMSS 2011*, presenta la traducción del original en inglés, adaptada al contexto español. En él se incluyen, a modo de ilustración, algunos ítems utilizados por TIMSS para evaluar las Matemáticas y las Ciencias en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO. Este libro complementa al de *TIMSS Preguntas de Ciencias y Matemáticas. 4º curso de Educación Primaria* que recoge todas las preguntas hechas públicas tras ser utilizadas en las pruebas de TIMSS 2007 y ediciones anteriores. Ambas publicaciones ofrecen los materiales básicos (teórico y práctico) del estudio de evaluación TIMSS.

El trabajo que aquí se muestra, representa el esfuerzo de un gran grupo de personas, tanto el de los autores que han escrito los *Marcos de la evaluación de TIMSS 2011* en su versión internacional como del equipo que se ha encargado de su adaptación, traducción, edición y maquetación de la versión nacional, que aquí se presenta.

La versión española de los marcos teóricos ha sido realizada por el equipo PIRLS-TIMSS del INEE, coordinado por Jesús Domínguez, su traducción, adaptación y maquetación ha estado a cargo de Alba Reboredo con quien han colaborado Rosana Raposo, Juan Ruiz y Manuela Varilla. Así mismo, cabe agradecer la colaboración de Gúdula Pilar García en la realización de la edición de este volumen.

**Nota:**

- El Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) ofrece en su página web [www.institutodeevaluacion.mec.es](http://www.institutodeevaluacion.mec.es) el libro de *TIMSS Preguntas de Ciencias y Matemáticas. 4º curso de Educación Primaria*, así como otros marcos de evaluación, informes y otras muchas publicaciones en formato PDF.

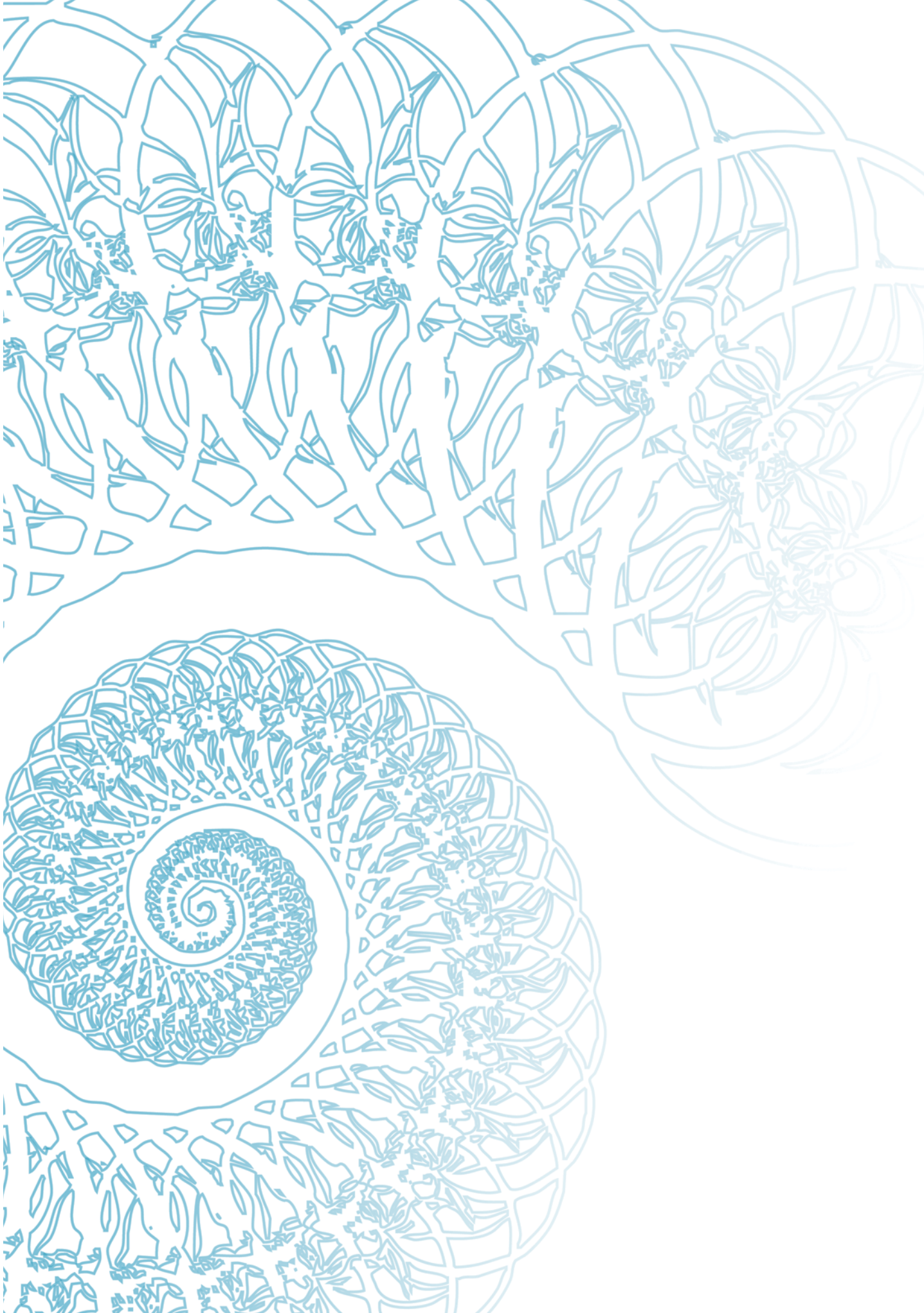
TIMSS 2011

Marcos de la evaluación

Introducción

The background of the page is a light blue color. It features a large, faint, circular graphic that resembles a globe with a grid of latitude and longitude lines. Overlaid on this globe are intricate, white line-art patterns of flowers and leaves, creating a complex, textured effect. The overall design is clean and professional.





# Introducción

## Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación de TIMSS 2011

### VISIÓN GENERAL DE TIMSS

Preparar al alumnado para destacar en Matemáticas y Ciencias es uno de los objetivos fundamentales de la educación en todos los países del mundo. Estudiar estas dos asignaturas durante los primeros años de su escolarización prepara a los alumnos para conseguir el éxito en su futura educación y, en último término, en la vida cotidiana y en el trabajo. Para participar de manera eficaz en la sociedad, cada vez es más necesario disponer de conocimientos de matemáticos y científicos con el fin de tomar decisiones bien fundadas sobre salud personal y finanzas, así como sobre cuestiones públicas como pueden ser el medio ambiente y la economía.

Debido a la importancia educativa de las Matemáticas y las Ciencias, el estudio denominado *Trends in International Mathematics and Science Study* (Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias) de la IEA, más conocido como TIMSS por sus siglas en inglés, está dedicado a proporcionar a los diversos países la información necesaria para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en éstas áreas curriculares. Realizado de manera regular cada cuatro años, TIMSS evalúa los logros en Matemáticas y Ciencias en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Los datos de rendimiento se recogen conjuntamente con una extensa información general relativa a la disponibilidad de los recursos escolares y a la calidad del currículo y de la enseñanza. Esta evaluación proporciona a los países una oportunidad sin precedentes de medir el progreso del rendimiento educativo en estas dos áreas junto con información empírica sobre los contextos de la escolarización.

TIMSS, un proyecto de la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento

de la Educación (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA*), tiene la ventaja de contar con la pericia cooperativa que aportan los representantes de países de todo el mundo. La IEA es una cooperativa internacional independiente de instituciones y organismos gubernamentales nacionales de investigación que lleva realizando estudios transnacionales sobre rendimiento escolar desde 1959. En 2009, la IEA contaba con 68 miembros internacionales. TIMSS está dirigido por el Centro de Estudios Internacionales TIMSS & PIRLS del Boston College y financiado por el National Center for Education Statistics del departamento de educación de EEUU así como por los países participantes, en colaboración del Boston College y la National Foundation for Educational Research del Reino Unido.

## TENDENCIAS DE SEGUIMIENTO

TIMSS 2011 es el estudio más reciente de la serie TIMSS, que comenzó en el año 1995 con una primera evaluación y ha continuado posteriormente con evaluaciones en los años 1999, 2003 y 2007. Para los países que disponen de datos que se remontan al año 1995, TIMSS 2011 proporcionará la quinta evaluación de tendencia. Aproximadamente 60 países tienen datos de tendencia de TIMSS, y en cada ciclo cuenta con la incorporación de nuevos países. En principio se calculaba que en la edición 2011 participarían casi 70 países. Además, para proporcionar a cada país participante amplios elementos de interpretación de los resultados de rendimiento y para hacer un seguimiento de los cambios en las prácticas didácticas, TIMSS pide a los alumnos, profesores y directores de los centros docentes que rellenen cuestionarios sobre el contexto de aprendizaje de las Matemáticas y las Ciencias. TIMSS también recoge información detallada sobre los currículos de ambas materias para cada país. Los datos de tendencia de estos cuestionarios proporcionan una visión dinámica de los cambios en la implementación de políticas y prácticas educativas además de ayudar a plantear nuevas cuestiones que son relevantes para promover una mejora.

Se informó de los resultados de las evaluaciones de TIMSS 2007 en dos volúmenes que son complementarios: *TIMSS 2007 International Mathematics Report* (Mullis, Martin, & Foy, 2008) y *TIMSS 2007 International Science Report* (Martin, Mullis, & Foy, 2008). Estos informes contienen los resultados de las evaluaciones de Matemáticas y Ciencias para 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO, incluyendo las tendencias relativas al rendimiento y a los contextos educativos de la formación en Matemáticas y Ciencias a lo largo del tiempo. Con el paso de los años, los datos TIMSS han tenido un

gran impacto sobre los proyectos de reforma y desarrollo en la educación matemática y científica de todo el mundo, implicando, por una parte, una demanda de datos de tendencia para el seguimiento del desarrollo y por otra, la necesidad de conseguir más y mejor información para las nuevas políticas educativas que permita posteriormente guiarlas y evaluarlas.

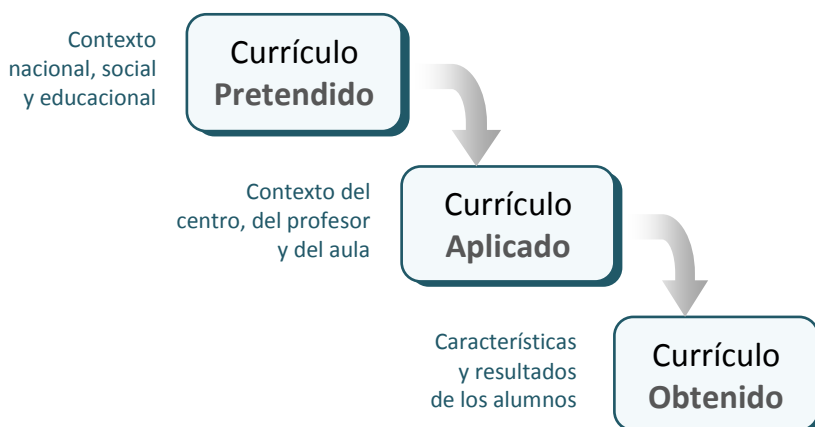
## MARCOS TEÓRICOS Y ESPECIFICACIONES DE LA EVALUACIÓN TIMSS 2011

Esta publicación, Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación TIMSS, contiene los marcos teóricos y explica el diseño de las especificaciones de evaluación que sirven como base para la aplicación de la prueba del 2011. El Marco teórico de las Matemáticas de TIMSS 2011 y el Marco teórico de las Ciencias de TIMSS 2011, en los capítulos 1 y 2 respectivamente, describen con cierto detalle los principales dominios cognitivos y de contenido para Matemáticas y Ciencias que se van a medir en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria. Los dominios de contenido (p. ej., álgebra, geometría, etc. en Matemáticas y Biología, Química, etc. en Ciencias) y las áreas temáticas dentro de los dominios se describen separadamente para ambos cursos indicando los objetivos específicos para cada área. Los dominios cognitivos que describen cómo deberían razonar los alumnos dentro de los dominios de contenido de Matemáticas y Ciencias son los mismos para los dos y discurren de manera paralela a través de los cursos, pero con diferentes niveles de profundidad. El capítulo 3 contiene el Marco teórico contextual de TIMSS 2011, que describe los tipos de situaciones y factores asociados al aprendizaje de los alumnos y que se investigan a través de los cuestionarios. Por último, el capítulo 4 proporciona una visión general del diseño de las técnicas de evaluación de TIMSS 2011, incluyendo parámetros generales para el desarrollo de ejercicios. Al final del libro van dos anexos; el anexo A, en el que aparecen los distintos organismos participantes en esta edición y el anexo B donde se incluyen ejemplos de preguntas liberadas de Matemáticas y Ciencias de TIMSS 2007 para el 4º curso de Educación Primaria.

## EL MODELO CURRICULAR DE TIMSS

Basándose en estudios anteriores de la IEA sobre el rendimiento en Matemáticas y Ciencias, TIMSS utiliza el currículo como principal concepto organizador, ya que tiene en cuenta las oportunidades educativas ofrecidas a los alumnos así como los factores que influyen en cómo se emplean. El modelo curricular de TIMSS tiene tres aspectos: el currículo pretendido, el aplicado y el obtenido (véase la Figura 1). Estos aspectos representan, respectivamente, las Matemáticas y las Ciencias que la sociedad pretende que aprendan los alumnos y cómo debería organizarse el sistema educativo para facilitar este aprendizaje; lo que realmente se imparte en las aulas, de manos de quién y cómo se lleva a cabo; y, por último, qué es lo que han aprendido los alumnos y qué piensan de estas materias.

Figura 1: El modelo curricular de TIMSS



Trabajando a partir de este modelo, TIMSS utiliza pruebas de rendimiento de Matemáticas y de Ciencias para describir el aprendizaje de los alumnos en los países participantes, junto con la *Enciclopedia TIMSS* y los cuestionarios que proporcionan una gran cantidad de información sobre las posibilidades de aprendizaje de los alumnos. TIMSS pide a los países que informen sobre el nivel de competencias matemática y científica que se espera que alcancen los alumnos con ayuda de la *Enciclopedia TIMSS* y de los cuestionarios de currículo. Por ejemplo, *TIMSS 2007 Encyclopedia* (Mullis, Martin, Olson, Berger, Milne, y Stanco, 2008) proporcionaba información de los países participantes en TIMSS 2007 sobre sus contextos nacionales en educación de Matemáticas y Ciencias y describía sus currículos. La información más cualitativa proporcionada en *TIMSS 2007 Encyclopedia* se complementa tanto con *TIMSS 2007 International Mathematics Report* como con *TIMSS 2007 International Science Report*.

Los informes internacionales cuentan con abundantes datos de cuestionarios sobre la estructura y rigor del currículo pretendido en Matemáticas y los esfuerzos que se hacen para ayudar a los alumnos a aprender realmente lo que en él se encierra. Por ejemplo, los datos contenidos en los cuestionarios incluyen informes de los profesores sobre su preparación, experiencia y actitudes; los contenidos de Matemáticas y Ciencias que realmente se enseñan a los alumnos evaluados por TIMSS; los enfoques empleados en las enseñanza de estas dos disciplinas; y los recursos disponibles en las clases y en los centros para apoyar la enseñanza y aprendizaje de ambos.

## **EL PROCESO DE DESARROLLO PARA LOS MARCOS TEÓRICOS Y ESPECIFICACIONES DE LA EVALUACIÓN DE TIMSS 2011**

Los Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación de TIMSS, para 2011 fueron actualizados a partir de *TIMSS 2007 Assessment Frameworks* (Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan, Arora, & Erberber, 2005). Actualizar los marcos teóricos regularmente permite que los países participantes tengan una mayor oportunidad de revisarlos y analizar los resultados obtenidos de forma más coherente entre una evaluación y otra, permitiendo que dichos marcos, los instrumentos y los procedimientos evolucionen gradualmente en el futuro.

Para TIMSS 2011, los marcos teóricos fueron objeto de debate entre los representantes de los países participantes en su primera reunión. Cada país nombra a un Coordinador Nacional de Proyecto (NRC por sus siglas en inglés) que trabajará mano a mano con otras personas, asegurando así, que el estudio responde a las preocupaciones del país. Los NRC son responsables de la aplicación del estudio en sus países de acuerdo con los métodos y procedimientos de TIMSS. Los NRC también consultaron con sus expertos nacionales y respondieron a los cuestionarios sobre cómo actualizar de la mejor manera posible los dominios de contenido y cognitivos para TIMSS 2011. Los cuestionarios pretendían recoger los puntos de vista de cada país con respecto a añadir o suprimir áreas y objetivos de temas concretos de evaluación. Modificados en base a la información proporcionada por los países participantes, los marcos teóricos fueron revisados en profundidad por el Comité de Revisión de Ciencias y Matemáticas para TIMSS 2011. Utilizando un proceso iterativo, los marcos, tal y como fueron revisados por SMIRC, fueron revisados de nuevo por los NRC y actualizados antes de su publicación. El documento Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación de TIMSS 2011 tiene muchas similitudes con el de TIMSS 2007. Puesto que es crucial disponer de continuidad en un estudio designado para

medir las tendencias en el rendimiento educativo a lo largo del tiempo, esto debe ser así. Sin embargo, cuenta con notables revisiones.

En los debates sobre actualización de los marcos llevados a cabo por los NRC y el SMIRC así como por los grupos de gestión y técnicos de la IEA y de TIMSS, se ha puesto énfasis en la mejora de la calidad de las mediciones en las evaluaciones de TIMSS 2011 y en la creciente utilidad de los resultados para los países participantes. Esto incluye evaluar el contenido apropiado para los alumnos, asegurando tiempos de respuesta adecuados, incrementando la viabilidad operativa y aumentando al máximo el potencial de rendimiento en los dominios de contenido y cognitivo evaluados.

## TIMSS Y PIRLS EN 2011

Con el fin de ser especialmente relevante en lo que se refiere a la toma de decisiones y aplicación de las directrices escolares, TIMSS evalúa a los alumnos en dos hitos educativos importantes: al final de 4º curso de Educación Primaria y al final de 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria. Puesto que TIMSS estudia la eficacia del currículo y de la instrucción en relación con el rendimiento del estudiante, es importante que TIMSS evalúe el rendimiento en Matemáticas y Ciencias en el mismo punto de la escolarización en los distintos países. Esto quiere decir que, para que las comparaciones sean equitativas, los alumnos deben haber tenido la oportunidad de aprender Matemáticas y Ciencias durante un número equivalente de años de escolarización oficial. Los datos de TIMSS complementan el Estudio Internacional de Progreso en Comprensión Lectora (PIRLS) que se realiza en 4º curso de Educación Primaria. Los países que participan en TIMSS y PIRLS pueden tener información regular sobre cómo leen sus alumnos y sobre sus conocimientos, además de, sobre lo qué pueden hacer en Matemáticas y Ciencias. El año 2011 ha sido una oportunidad única para la evaluación internacional en 4º curso, ya que, el ciclo de cuatro años de TIMSS está alineado con el ciclo de cinco de PIRLS. Éste último se realiza por tercera vez en 2011 después de las evaluaciones de los años 2001 y 2006.

Como las evaluaciones internacionales TIMSS y PIRLS de la IEA se realizan ambas en el año 2011, los países tienen la oportunidad de realizar una evaluación global de Matemáticas, Ciencias y Lectura en 4º curso de Educación Primaria. Esto permite a los países perfilar los puntos fuertes relativos de los alumnos en Matemáticas, Ciencias y Lectura en un contexto internacional. Las evaluaciones incluyen un despliegue amplio de información contextual para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en estas tres áreas curriculares básicas. Puesto que PIRLS tiene un cuestionario para los padres o tutores de

los alumnos, la participación en TIMSS junto con PIRLS da la oportunidad de recoger información de mano de los padres sobre el aprendizaje temprano de Matemáticas y Ciencias, así como, de otras características de los entornos domésticos de los alumnos.

## ¿CUÁL ES EL VALOR DE TIMSS?

TIMSS proporciona información valiosa que ayuda a los países a controlar y evaluar la enseñanza de Matemáticas y Ciencias a través del tiempo y de los cursos. Se puede encontrar más información sobre TIMSS en la siguiente página web: <http://timssandpirls.bc.edu>

Participando en TIMSS, los países pueden:

- Disponer de datos exhaustivos comparables internacionalmente, sobre lo que ha aprendido el alumnado en cuanto a conceptos matemáticos y de ciencias, así como, sus procesos y actitudes, en 4º curso de Educación Primaria y en 2º curso de ESO.
- Evaluar el progreso internacional en aprendizaje de Matemáticas y Ciencias a lo largo del tiempo para alumnos de 4º curso de Educación Primaria y en 2º curso de ESO.
- Resaltar aspectos de la mejora en las destrezas y conocimientos matemáticos y científicos desde 4º curso de Educación Primaria hasta 2º curso de ESO.
- Observar la eficacia relativa de la enseñanza y del aprendizaje para ambos cursos.
- Comprender los contextos en los que el alumnado aprende mejor. TIMSS permite comparaciones internacionales entre variables clave en currículo, instrucción y recursos que permiten niveles más elevados de rendimiento en el estudiante.
- Utilizar TIMSS para resolver temas de políticas interiores. Dentro de los países, por ejemplo, TIMSS proporciona una oportunidad de examinar el rendimiento de subgrupos de población y de dirimir cuestiones relativas a la equidad. Es positivo para los países añadir cuestiones de importancia nacional (opciones nacionales) como parte de su esfuerzo de recogida de datos.

### Nota:

- En este informe cuando se habla de “alumnos”, “profesores”, “padres”, “directores”, “tutores”..., debe entenderse en sentido genérico como “alumnas y alumnos”, “profesoras y profesores”, “madres y padres”, “directoras y directores”, “tutoras y tutores”..., salvo en aquellos casos en los que por el contexto se deduzca una referencia exclusivamente al sexo femenino o masculino.



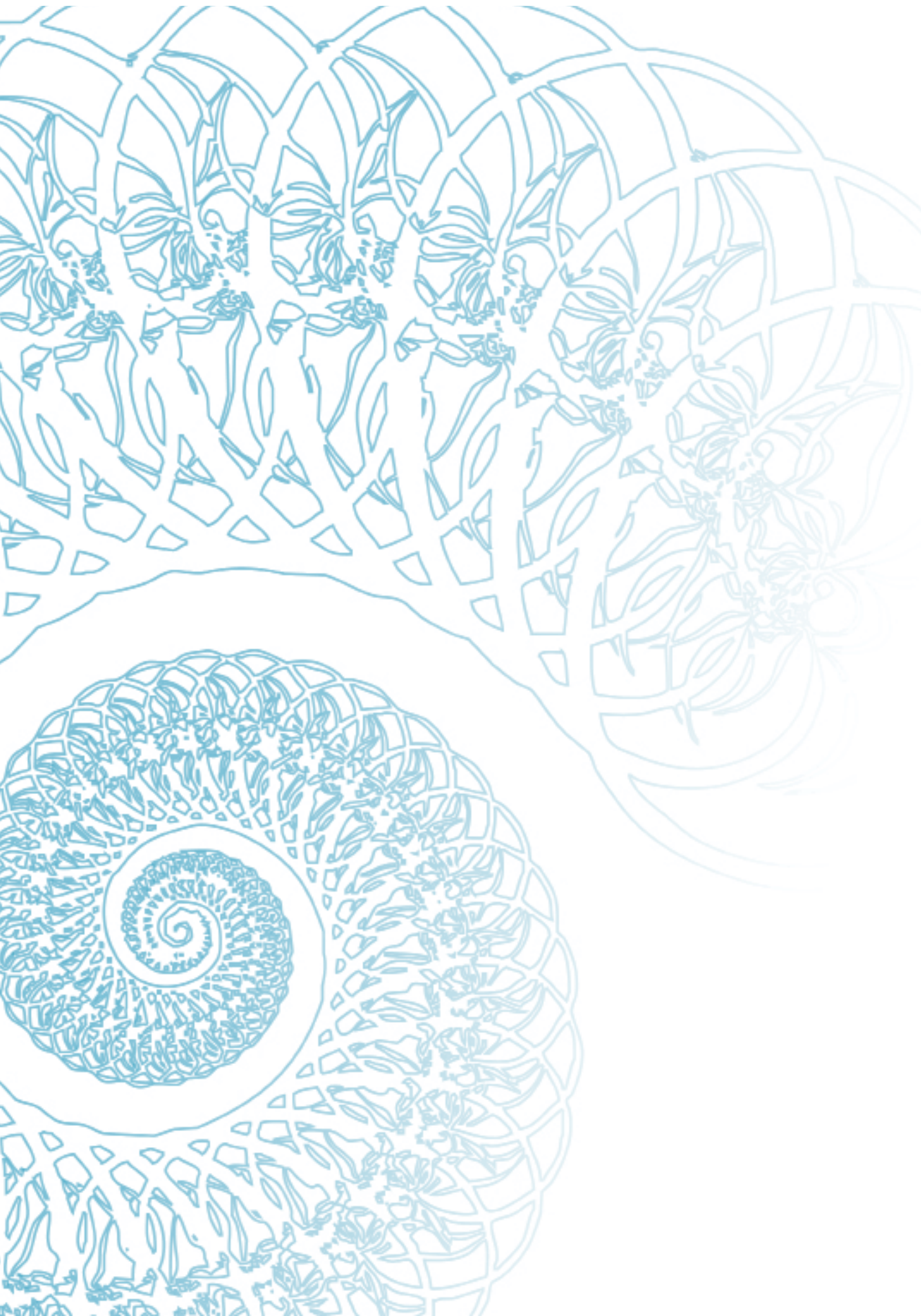


TIMSS 2011

Marco teórico de las Matemáticas

Capítulo

**1**



# Capítulo 1

## TIMSS 2011. Marco teórico de las Matemáticas

### VISIÓN GENERAL

Los estudiantes deben recibir una educación que les permita reconocer las Matemáticas como un gran logro de la humanidad, así como apreciar su naturaleza. Sin embargo, el aprendizaje de esta disciplina no es la razón más importante para su inclusión en el currículo. Para entender que las Matemáticas constituyen una parte fundamental en la escolarización, entre otras razones está el conocimiento, cada vez más extendido, de que la eficacia en la vida cotidiana y el éxito en el puesto de trabajo aumentan mucho gracias al conocimiento y, lo que es más importante, al uso de las Matemáticas. El número de vocaciones que exigen un elevado nivel de maestría en el uso de las Matemáticas, o los modos matemáticos de pensamiento, han florecido con el avance de la tecnología y con los métodos modernos de gestión.

Este capítulo contiene el Marco teórico para las especificaciones de la evaluación de las Matemáticas de TIMSS 2011 en 4° curso de Educación Primaria y 2° curso de Educación Secundaria Obligatoria. El Marco teórico de las Matemáticas para TIMSS 2011 es muy similar al utilizado en TIMSS 2007 con sólo unas cuantas actualizaciones de menor importancia en determinados temas. Las actualizaciones se basan en la información de *TIMSS 2007 Encyclopedia* y de *TIMSS 2007 International Mathematics Report*, así como, en las recomendaciones efectuadas durante las revisiones llevadas a cabo por los expertos en Matemáticas por los países participantes en TIMSS 2011. En cada curso, el Marco teórico de evaluación de las Matemáticas para TIMSS 2011 se organiza en torno a dos dimensiones, una dimensión de contenido especificando los dominios o asignaturas que han de evaluarse dentro de las Matemáticas (p. ej., números, álgebra, geometría, y datos y probabilidades en 2° de ESO) y una dimensión cognitiva, especificando los dominios de los procesos de pensamiento a evaluar (o sea, conocer, aplicar y razonar). Los dominios

cognitivos describen los conjuntos de comportamientos que se esperan de los estudiantes al enfrentarse al contenido de las Matemáticas.

La Tabla 1 muestra los porcentajes de tiempo de prueba dedicados a cada uno de los dominios de contenido y cognitivos para las evaluaciones de 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria de TIMSS 2011.

**Tabla 1: Porcentajes objetivo de la evaluación de Matemáticas en TIMSS 2011 dedicados a los dominios de contenido y cognitivos, por curso**

<b>4º curso de E. Primaria</b>		
<b>Dominios de contenido</b>	<b>Porcentajes</b>	
Números	50%	
Formas y mediciones geométricas	35%	
Representación de datos	15%	
<b>2º curso de ESO</b>		
<b>Dominios de contenido</b>	<b>Porcentajes</b>	
Números	30%	
Álgebra	30%	
Geometría	20%	
Datos y probabilidades	20%	
<b>Dominios cognitivos</b>	<b>Porcentajes</b>	
	<b>4º curso de E. Primaria</b>	<b>2º curso de ESO</b>
Conocimiento	40%	35%
Aplicación	40%	40%
Razonamiento	20%	25%

Los dominios de contenido y cognitivos son la base de las evaluaciones de 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO, de TIMSS 2011. Los dominios de contenido en Matemáticas se diferencian para 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO por su naturaleza y grado de dificultad con que se enseñan en cada curso. Se da más énfasis a los números en 4º de Educación Primaria que en 2º de ESO. En este último curso, dos de los cuatro dominios de contenido son álgebra y geometría, pero puesto que el álgebra y la geometría no se enseñan generalmente como asignaturas oficiales en la escuela primaria, los conceptos introductorios de álgebra evaluados en 4º curso de Educación Primaria se

incluyen como parte de los números, y el dominio de la geometría se centra en formas y medidas geométricas. En 4º curso de Educación Primaria, el dominio perteneciente a datos se centra en la lectura y representación de datos, mientras que en 2º curso de ESO incluye un mayor énfasis en la interpretación de los datos y en los fundamentos de la probabilidad (denominado "azar").

Los dominios cognitivos son los mismos para ambos cursos, abarcando un rango de procesos cognitivos que están implicados al trabajar matemáticamente y al resolver problemas en Educación Primaria y ESO.

Los dominios de contenido y cognitivos para la evaluación de las Matemáticas se tratan con detalle en las siguientes secciones. Los dominios de contenido para 4º curso de Educación Primaria se presentan primero, seguidos de los de 2º curso de ESO. Cada uno de ellos tiene varias áreas temáticas (es decir, el dominio "Números" en 2º curso de ESO incluye números naturales, fracciones y decimales; enteros, así como razón, proporción y porcentaje). Cada área temática se presenta como una lista de objetivos cubiertos en la mayoría de los países participantes, en 4º curso de Educación Primaria o en 2º curso de ESO, según convenga. Los dominios cognitivos, aplicables a ambos cursos aparecen indicados a continuación.

## DOMINIOS DE CONTENIDO DE MATEMÁTICAS. 4º CURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Los dominios de contenido descritos en el Marco teórico de las Matemáticas para TIMSS 2011 para 4º curso de Educación Primaria y los porcentajes objetivo del tiempo de exámenes dedicados a cada uno, se muestra más abajo, en la Tabla 2.

**Tabla 2: Porcentajes objetivo de las especificaciones de la evaluación de Matemáticas de TIMSS 2011 dedicados a los dominios de contenido, en 4º curso de Educación Primaria**

Dominios de contenido de 4º curso de E. Primaria	Porcentajes
Números	50%
Formas y mediciones geométricas	35%
Representación de datos	15%

El dominio de los números incluye la comprensión del valor posicional de las cifras, de las maneras de representar los números, y de las relaciones entre los números. En 4° curso, los estudiantes deben haber desarrollado sentido numérico, fluidez de cálculo, ser capaces de comprender los significados de las operaciones y cómo se relacionan entre sí, además de, ser capaces de usar números y operaciones (sumar, restar, multiplicar y dividir). Deben estar familiarizados con una serie de modelos de números, explorando las relaciones entre los números que están en el modelo o que se utilizan para deducirlo.

El dominio de contenido de números consta de comprensión y capacidades relacionadas con cuatro áreas de temas:

- Números naturales.
- Fracciones y decimales.
- Expresiones numéricas con números naturales.
- Modelos y relaciones.

Dado que los números naturales proporcionan la introducción más sencilla a las operaciones numéricas que constituyen la base para el desarrollo matemático, el trabajo con números naturales se convierte en el fundamento de las Matemáticas en la escuela primaria. El Marco teórico de contenido de TIMSS 2011 refleja esto. La mayoría de los niños aprenden a contar desde muy temprano y pueden resolver problemas sencillos de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones en los primeros años de escolarización. Los estudiantes de cuarto curso deben ser capaces de calcular con números naturales de tamaño razonable, estimar las sumas, diferencias, productos y cocientes y saber hacer cálculos para resolver problemas. Los estudiantes también deben comprender los números para saber relacionar las unidades de medida y para convertir una unidad en otra. Estas relaciones deben incluir múltiplos de 10 que se encuentran en el sistema métrico de medida y otros conocidos, como las relaciones entre segundos, minutos, horas y días.

En 4° curso de Educación Primaria, los conceptos y habilidades pre-algebraicas forman también parte de las técnicas de evaluación TIMSS. El centro de atención está en el tipo de comprensión, que se crea más tarde para desarrollar un pensamiento algebraico más formal. Se incluye la comprensión relacionada con ecuaciones simples, en forma de expresiones numéricas, y con modelos de números.

El alumnado debe trabajar con expresiones numéricas y encontrar los números que faltan en ellas, trabajando hacia la idea de encontrar un valor para una incógnita y ser capaces

de efectuar modelos de situaciones sencillas que impliquen una de las cuatro operaciones; así como, explorar modelos numéricos bien definidos, investigando las relaciones entre sus términos y averiguando o utilizando las reglas que los generan.

En el área de las fracciones comunes y las decimales, se hace hincapié en la representación y traslación entre formas, en comprender las cantidades representadas por los símbolos, y en el cálculo y resolución de problemas. En 4° curso de Educación Primaria, los estudiantes deben ser capaces de comparar fracciones y números con decimales.

#### NÚMEROS: NÚMEROS NATURALES

1. Demostrar el conocimiento del valor posicional de las cifras, incluyendo el reconocimiento y escritura de números de forma expandida y representando los números naturales utilizando palabras, diagramas o símbolos.
2. Comparar y ordenar números naturales.
3. Calcular con números naturales (+, -, ×, ÷) y estimar dichos cálculos.
4. Reconocer múltiplos y factores de números.
5. Resolver problemas, incluidos los que se dan en el día a día y los que implican mediciones, dinero y proporciones sencillas.

#### NÚMEROS: FRACCIONES Y DECIMALES

1. Mostrar la comprensión de las fracciones reconociéndolas como partes de unidades enteras, partes de una colección, situaciones en líneas numéricas y representando fracciones utilizando palabras, números o modelos.
2. Identificar fracciones equivalentes; comparar y ordenar fracciones.
3. Sumar y restar fracciones simples.
4. Mostrar la comprensión del valor del lugar decimal, incluyendo la representación de los decimales utilizando palabras, números o modelos.
5. Sumar y restar con decimales.
6. Resolver problemas que impliquen fracciones simples o decimales.

*Nota: En 4° curso de Educación Primaria, los ejercicios con fracciones tendrán como denominador: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 ó 100.*



En 4º curso de Educación Primaria los ejercicios con decimales tendrán uno o dos decimales (décimas o centésimas de unidad).

### NÚMEROS: EXPRESIONES NUMÉRICAS CON NÚMEROS NATURALES

1. Encontrar el número o la operación que falta en una expresión numérica (p. ej.,  $17+v=29$ ).
2. Situaciones simples con modelos que implican incógnitas con expresiones numéricas.

### NÚMEROS: MODELOS Y RELACIONES

1. Ampliar o encontrar términos que falten en un modelo bien definido, describir las relaciones entre términos adyacentes en una secuencia y entre la expresión numérica del término y el propio término.
2. Escribir o seleccionar una regla para una relación dados ciertos pares de números naturales que satisfacen la relación, y generar pares de números naturales que siguen una regla dada (p. ej., multiplicar el primer número por 3 y añadir 2 para obtener el segundo número).

## *Formas y medidas geométricas*

El dominio de formas y medidas incluye las propiedades de las figuras geométricas como: longitudes de los lados, dimensiones de los ángulos, áreas y volúmenes. Los alumnos deberían saber analizar las propiedades y características de una variedad de figuras geométricas, incluyendo líneas, ángulos y formas de dos y tres dimensiones, así como, dar explicaciones basadas en relaciones geométricas. Este dominio incluye la comprensión de los sistemas de coordenadas informales y la utilización de destrezas de visualización espacial para relacionar las representaciones en dos y tres dimensiones de la misma forma.

Las dos áreas temáticas para las formas y las medidas geométricas son:

- Puntos, líneas y ángulos.
- Formas bidimensionales y tridimensionales.

El sentido espacial es consustancial al estudio y evaluación de la geometría. En 4° curso de Educación Primaria, se pedirá a los estudiantes que describan, visualicen, dibujen y construyan diversidad de figuras geométricas, incluidos ángulos, líneas, triángulos, cuadriláteros y otros polígonos. Los estudiantes deben ser capaces de combinar, descomponer y analizar formas compuestas. Los estudiantes deben ser capaces de reconocer la simetría de las líneas y dibujar figuras simétricas, así como describir rotaciones.

En 4° curso, los rendimientos apropiados que se esperan de los estudiantes incluyen el uso de instrumentos para medir atributos físicos, incluyendo la longitud, área, volumen y el ángulo. El conocimiento sobre qué unidades hay que utilizar en contextos concretos debe ser un elemento subyacente a sus destrezas de medición. También se espera que el alumnado de este curso utilice la aproximación y la estimación, así como fórmulas sencillas para calcular áreas y perímetros de cuadrados y rectángulos.

#### FORMAS Y MEDIDAS GEOMÉTRICAS: PUNTOS, LÍNEAS Y ÁNGULOS

1. Medir y estimar longitudes.
2. Identificar y describir líneas paralelas y perpendiculares.
3. Comparar ángulos en función de su tamaño y dibujarlos (p. ej., un ángulo recto, ángulos mayores o menores que un ángulo recto).
4. Utilizar sistemas de coordenadas para localizar puntos en un plano.

#### FORMAS Y MEDIDAS GEOMÉTRICAS: FORMAS BIDIMENSIONALES Y TRIDIMENSIONALES

1. Identificar, clasificar y comparar figuras geométricas comunes (p. ej., clasificar o comparar por forma, tamaño o propiedades).
2. Recordar, describir y utilizar propiedades elementales de las figuras geométricas, incluyendo la simetría lineal y rotacional.
3. Reconocer relaciones entre formas tridimensionales y sus representaciones bidimensionales.
4. Calcular áreas y perímetros de cuadrados y rectángulos; determinar y estimar áreas y volúmenes de figuras geométricas (p. ej., cubriendo una forma dada o rellenando con cubos).

## Presentación de datos

El dominio de presentación de datos incluye la comprensión de cómo recopilar datos, organizar los datos recopilados por uno mismo o por otros, y la representación de los mismos en gráficos y tablas de forma que sean útiles para responder a las preguntas que propiciaron esa recopilación. Los alumnos deben ser capaces de comparar las características de los datos y extraer conclusiones basadas en sus diferentes representaciones.

El dominio de presentación de datos consta de estas áreas temáticas principales:

- Lectura e interpretación.
- Organización y representación.

En 4º curso de Educación Primaria, los estudiantes deben ser capaces de leer varias representaciones visuales de datos. Los estudiantes pueden ocuparse de sencillos planes de recopilación de datos o trabajar con datos que han sido recopilados por otros. Deben desarrollar destrezas para representar datos y reconocer una variedad de formas de representarlos visualmente.

### PRESENTACIÓN DE DATOS: LECTURA E INTERPRETACIÓN

1. Leer datos directamente de tablas, pictogramas, gráficos de barras y gráficos de sectores.
2. Comparar la información de conjuntos de datos relacionados (p. ej., datos dados o representaciones de datos de los sabores favoritos de los helados en una o más clases, identificar en qué clase el chocolate es el sabor más popular).
3. Utilizar información de representaciones de datos para contestar a preguntas que vayan más allá de leer directamente los datos representados (p. ej., combinar datos, realizar cálculos basados en los datos, efectuar inferencias y extraer conclusiones).

### PRESENTACIÓN DE DATOS: ORGANIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN

1. Comparar y hacer corresponder diferentes representaciones de los mismos.
2. Organizar y representar datos utilizando tablas, pictogramas y gráficos de barras.

## DOMINIOS DE CONTENIDO DE MATEMÁTICAS. 2º CURSO DE ESO

Los dominios de contenido descritos en el Marco teórico de las Matemáticas de TIMSS 2011 para el 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria y los porcentajes objetivo del tiempo de exámenes dedicados a cada uno se muestran más abajo, en la Tabla 3.

**Tabla 3: Porcentajes objetivo de las especificaciones de la evaluación de Matemáticas de TIMSS 2011 dedicados a los dominios de contenido, en 2º curso de ESO**

Dominios de contenido de 2º curso de ESO	Porcentajes
Números	30%
Álgebra	30%
Geometría	20%
Datos y probabilidades	20%

Los dominios de contenido definen la asignatura de Matemáticas que cubre la evaluación de TIMSS 2011 en 2º curso de ESO. Cada dominio de contenido tiene varios temas; cada uno de ellos se presenta como una lista de objetivos cubiertos en el currículo de Matemáticas en la mayoría de los países participantes. Estos objetivos específicos para cada curso están redactados en términos de comprensión y destrezas del estudiante, que es lo que pretenden suscitar los ítems alineados con estos objetivos. A veces, el texto que define los objetivos es similar o idéntico para 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO. En estos casos, la progresión en el aprendizaje entre los dos cursos se establece por la dificultad de los ejercicios utilizados. Las siguientes secciones describen cada uno de los dominios de contenido en 4º curso de Educación Primaria.

### **Números**

El dominio de contenido de números incluye la comprensión de los números, formas de representar los números, relaciones entre ellos y los sistemas numéricos. En 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria, los estudiantes deben haber desarrollado un sentido numérico y una fluidez en el cálculo, comprendiendo los significados de las operaciones y cómo se relacionan entre sí, y pudiendo utilizar los números y las operaciones para resolver problemas.

El dominio de contenido de números consta de comprensión y destrezas relacionadas con:

- Números naturales.
- Fracciones y decimales.
- Enteros.
- Razón, proporción y porcentaje.

El énfasis dentro del cálculo está en las fracciones y decimales más que en los números naturales. Dentro de los dos primeros, se prioriza la representación y traducción entre formas, comprendiendo qué cantidades representan los símbolos, el cálculo y la resolución de problemas. Para 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria, los alumnos deben ser capaces de moverse de manera flexible entre fracciones equivalentes, decimales y porcentajes utilizando distintas estrategias.

Los estudiantes de 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria deben haber ampliado su comprensión de las Matemáticas desde los números naturales y enteros, incluyendo el orden y magnitud, así como, operaciones con enteros. Los estudiantes deben también ser capaces de trabajar con porcentajes y proporciones y de utilizar el razonamiento proporcional para resolver los problemas.

Los problemas que se les pedirá que resuelvan incluyen tanto los rutinarios como los no rutinarios; los primeros se sitúan en contextos cotidianos y los segundos en otros más puramente matemáticos. Algunos problemas implican calcular con unas determinadas unidades de medida.

## NÚMEROS: NÚMEROS NATURALES

1. Demostrar la comprensión de los principios de los números naturales y de cómo operar con ellos (p. ej., conocer las cuatro operaciones, el valor por el lugar que ocupan, las propiedades conmutativas, asociativas y distributivas).
2. Encontrar y utilizar múltiplos o factores de números; identificar números primos y evaluar las potencias de los números y las raíces cuadradas de cuadrados perfectos hasta 144.
3. Resolver problemas mediante cálculo, estimación o aproximación con números naturales.

## NÚMEROS: FRACCIONES Y DECIMALES

1. Comparar y ordenar fracciones; reconocer y escribir fracciones equivalentes.
2. Demostrar la comprensión del valor del lugar que ocupan para decimales finitos (p. ej., comparándolos y ordenándolos).
3. Representar fracciones y decimales, así como operaciones con fracciones y decimales utilizando modelos (p. ej., líneas numéricas); identificar y utilizar estas representaciones.
4. Efectuar conversiones entre fracciones y decimales.
5. Calcular con fracciones y decimales y resolver problemas con ellos.

## NÚMEROS: ENTEROS

1. Representar, comparar, ordenar y calcular con enteros y resolver problemas utilizándolos.

## NÚMEROS: RAZÓN, PROPORCIÓN Y PORCENTAJE

1. Identificar y encontrar razones equivalentes; modelar una situación dada utilizando una razón y dividir una cantidad en una razón dada.
2. Efectuar conversiones entre porcentajes y fracciones o decimales.
3. Resolver problemas que impliquen porcentajes y proporciones.

## Álgebra

Aunque las relaciones funcionales y sus usos para modelar y resolver problemas son de interés fundamental, también es importante evaluar en qué medida se han aprendido bien los conocimientos y destrezas que apoyan estos procesos. El dominio de contenido de álgebra incluye reconocer y ampliar modelos, utilizar símbolos algebraicos para representar situaciones Matemáticas y desarrollar una fluidez en la producción de expresiones equivalentes y resolución de ecuaciones lineales.

Las principales áreas temáticas en álgebra son:

- Modelos.
- Expresiones algebraicas.
- Ecuaciones / fórmulas y funciones.

Los conceptos algebraicos están relativamente formalizados al llegar a este curso, y los estudiantes deben haber desarrollado una comprensión de las relaciones lineales y del concepto de variable. Se espera que los estudiantes a este nivel utilicen y simplifiquen fórmulas algebraicas y que resuelvan ecuaciones lineales, desigualdades y pares de ecuaciones simultáneas que impliquen dos variables, así como que utilicen una serie de funciones. Deben ser capaces de resolver problemas cotidianos utilizando modelos algebraicos, así como, de explicar las relaciones que implican esos modelos.

### ÁLGEBRA: MODELOS

1. Ampliar los modelos o secuencias numéricas, algebraicas y geométricas bien definidas utilizando números, palabras, símbolos o diagramas; encontrar términos que falten.
2. Generalizar las relaciones de los modelos en una secuencia, o entre términos adyacentes; o entre el número secuencial del término y el término, utilizando números, palabras o expresiones algebraicas.

### ÁLGEBRA: EXPRESIONES ALGEBRAICAS

1. Encontrar sumas, productos y potencias de expresiones que contienen variables.
2. Evaluar expresiones de valores numéricos dados de las variables.
3. Simplificar o comparar expresiones algebraicas para determinar si son iguales.
4. Modelar situaciones utilizando expresiones.

### ÁLGEBRA: ECUACIONES / FÓRMULAS Y FUNCIONES

1. Evaluar ecuaciones / fórmulas dados los valores de las variables.
2. Indicar si un valor (o valores) satisface una ecuación / fórmula dada.
3. Resolver ecuaciones lineales y desigualdades lineales, y ecuaciones lineales simultáneas (dos variables).

4. Reconocer y escribir ecuaciones, desigualdades, ecuaciones simultáneas o funciones que modelen situaciones dadas.
5. Reconocer y generar representaciones de funciones en forma de tablas, gráficos o palabras.
6. Resolver problemas utilizando ecuaciones / fórmulas y funciones.

## Geometría

Los estudiantes de 2° curso de Educación Secundaria Obligatoria deben ser capaces de analizar las propiedades y características de una variedad de figuras geométricas bidimensionales y tridimensionales, incluyendo las longitudes de los lados y los tamaños de los ángulos, y de proporcionar explicaciones basadas en las relaciones geométricas. Deben ser capaces de aplicar el teorema de Pitágoras para resolver problemas. El foco de atención debe estar en la utilización de las propiedades geométricas y sus relaciones.

Junto con la apreciación de las propiedades y de las relaciones geométricas, los estudiantes deben ser competentes en medición geométrica, utilizando instrumentos de medida de manera exacta, estimando dónde sea apropiado, además de seleccionando y utilizando fórmulas para perímetros, áreas y volúmenes. El área de contenido de geometría también incluye la comprensión de las representaciones de coordenadas y la utilización de destrezas de visualización espacial para moverse entre formas bidimensionales y tridimensionales y sus representaciones. Los estudiantes deben ser capaces de utilizar la simetría y de aplicar la transformación para analizar situaciones matemáticas.

Las principales áreas temáticas en álgebra son:

- Formas geométricas.
- Medidas geométricas.
- Situación y movimiento.

El sentido espacial es consustancial al estudio y evaluación de la geometría. El rango cognitivo se extiende desde efectuar dibujos y construcciones hasta el razonamiento matemático sobre combinaciones de formas y transformaciones. Se pedirá a los alumnos que describan visualicen, dibujen y construyan una variedad de figuras geométricas, incluyendo ángulos, líneas, triángulos, cuadriláteros y otros polígonos. Así mismo también deberán ser capaces de combinar, descomponer y analizar formas compuestas, interpretar o crear vistas desde arriba o laterales de objetos y de utilizar su comprensión



de la similitud y la congruencia para resolver problemas.

Los estudiantes deben ser capaces de utilizar el plano cartesiano para localizar puntos y líneas. Deben ser capaces de reconocer la simetría lineal y de dibujar figuras simétricas. Deben comprender y ser capaces de describir rotaciones, traslaciones y reflexiones en términos matemáticos (p. ej., centro, dirección y ángulo).

A medida que los estudiantes progresan en su vida escolar, la utilización del pensamiento proporcional en contextos geométricos es importante, al igual que lo es la realización de algunos vínculos iniciales entre geometría y álgebra. Deben ser capaces de resolver problemas utilizando modelos geométricos y de explicar las relaciones que implican los conceptos geométricos.

### GEOMETRÍA: FORMAS GEOMÉTRICAS

1. Identificar diferentes tipos de ángulos y conocer y utilizar las relaciones que se puedan dar en los ángulos de las figuras geométricas y de las líneas.
2. Reconocer las propiedades geométricas de forma bidimensional o tridimensional, incluyendo la simetría lineal y rotacional.
3. Identificar triángulos y cuadriláteros congruentes y sus correspondientes medidas; identificar triángulos similares y recordar así como utilizar sus propiedades.
4. Reconocer relaciones entre formas tridimensionales y sus representaciones bidimensionales (p. ej., redes o vistas bidimensionales de objetos tridimensionales).
5. Aplicar propiedades geométricas, incluyendo el teorema de Pitágoras, para resolver problemas.

*Nota:* Las formas geométricas de 2° curso de ESO incluyen: círculos; los triángulos escaleno, isósceles, equilátero y rectángulo; los cuadriláteros escaleno, trapecio, paralelogramo, rectángulo, rombo y cuadrado; y los polígonos pentágono, hexágono, octógono y decágono.

### GEOMETRÍA: MEDICIONES GEOMÉTRICAS

1. Dibujar determinados ángulos y líneas; medir y estimar el tamaño de determinados ángulos, segmentos de líneas, perímetros, áreas y volúmenes.
2. Seleccionar y utilizar fórmulas de medición apropiadas para perímetros, circunferencias, áreas, superficies y volúmenes; buscar mediciones de áreas compuestas.

1. Situar puntos en el plano cartesiano, y resolver problemas incluyendo esos puntos.
2. Reconocer y utilizar transformaciones geométricas (traslación, reflexión y rotación) de formas bidimensionales.

### *Datos y probabilidades*

El dominio de contenido de datos y probabilidad incluye conocer cómo organizar datos que han sido recogidos por uno mismo o por otros y cómo representar datos en gráficos y tablas que serán útiles para contestar a preguntas que han dado lugar a la recogida de datos. Este dominio de contenido incluye comprender temas relativos a la mala interpretación de esos datos.

El dominio de contenido de datos y probabilidad consta de las siguientes áreas temáticas principales:

- Organización y representación de datos.
- Interpretación de datos.
- Probabilidad.

Los estudiantes pueden elaborar planes de simple recogida de datos o trabajar con datos que hayan sido recogidos por otros o generados por simulaciones. Deben comprender que diversos números, símbolos y puntos significan representaciones de datos. Por ejemplo, deben reconocer que algunos números representan los valores de los datos y que otros representan la frecuencia con la que estos valores ocurren. Los estudiantes deben desarrollar destrezas para representar sus datos utilizando gráficos de barras, tablas o gráficos de líneas. Deben poder reconocer y comparar los méritos relativos de diversos tipos de representaciones visuales.

Deben ser capaces de describir y comparar características de datos (forma, despliegue y tendencia central) y extraer conclusiones basadas en las representaciones de los datos. También deben ser capaces de identificar tendencias en los datos, efectuar predicciones basadas en los datos y evaluar lo razonable de las interpretaciones.

En la parte de probabilidad elemental de 2º curso de la ESO, los alumnos deberán ser capaces de identificar hechos previamente conocidos como ciertos; calcular la probabilidad de su veracidad (mayor, igual o menor que la de otros hechos), o saber si es un imposible; y debe ampliarse hasta utilizar datos de experimentos o conocimientos de

resultados igualmente probables para predecir el cambio de un resultado dado.

#### **DATOS Y PROBABILIDADES: ORGANIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE DATOS**

1. Leer escalas y datos de tablas, pictogramas, gráficos de barras, gráficos de tarta y gráficos de líneas.
2. Organizar y representar visualmente datos utilizando tablas, pictogramas, gráficos de barras, gráficos de tarta y gráficos de líneas.
3. Comparar y hacer coincidir diferentes representaciones de los mismos datos.

#### **DATOS Y PROBABILIDADES: INTERPRETACIÓN DE DATOS**

1. Identificar, calcular y comparar características de conjuntos de datos, incluyendo media, mediana, modo, rango y forma de distribución (en términos generales).
2. Utilizar e interpretar conjuntos de datos para contestar a preguntas y resolver problemas (p. ej., realizar inferencias, extraer conclusiones y estimar valores entre puntos de datos dados y más allá).
3. Reconocer y describir enfoques para organizar y representar los datos que pueden conducir a una mala interpretación (p. ej., agrupamiento inadecuado y escalas engañosas o distorsionadas).

#### **DATOS Y PROBABILIDADES: PROBABILIDAD**

1. Juzgar la probabilidad de un resultado como cierto, más probable, igualmente probable, menos probable o imposible.
2. Utilizar los datos para estimar las posibilidades de resultados futuros; utilizar las probabilidades de un resultado en particular para resolver problemas; determinar la probabilidad de posibles resultados.

### ***Directrices para el uso de la calculadora***

Aunque la tecnología en forma de calculadoras y ordenadores puede ayudar a los estudiantes a aprender Matemáticas, no debe utilizarse como un sustituto de la comprensión y de las destrezas básicas. Al igual que sucede con cualquier herramienta de enseñanza, las

calculadoras tienen que utilizarse adecuadamente, y las directrices respecto a su uso difieren según los países de TIMSS. Además, la disponibilidad de las calculadoras es muy variable. No sería equitativo exigir el uso de calculadoras cuando los estudiantes de algunos países pueden no haberlas utilizado nunca. De manera similar, sin embargo, no es equitativo privar a los estudiantes de una conocida herramienta.

Después de un considerable debate sobre este tema, TIMSS 2003 introdujo el uso de la calculadora en la evaluación de las Matemáticas de 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria. Para ejercicios de nuevo desarrollo, no se precisaban calculadoras pero estaban permitidas, si los países participantes deseaban permitir su uso a los estudiantes. Basándose en un estudio realizado como parte de TIMSS 2003, donde se daban los mismos ejercicios antes del descanso, cuando las calculadoras no estaban permitidas, y en la sesión después del descanso, cuando se permitía el uso de calculadoras, se descubrió que, incluso sin planificación específica, casi todos los ejercicios de Matemáticas de TIMSS podían realizarse con la misma facilidad sin el uso de una calculadora. Es decir, que el rendimiento no era significativamente diferente con o sin calculadora exceptuando cinco ejercicios. Además, de los estudiantes que tenían calculadoras (63%), la gran mayoría (47%) informó que, aunque tenían calculadoras, las utilizaban muy poco o nada.

Basándose en la experiencia en TIMSS 2003, en TIMSS 2007 se permitió a los estudiantes de 2º curso de ESO utilizar calculadoras para toda la evaluación y esto también se aplicó a TIMSS 2011. Tal y como sucedía en anteriores evaluaciones de TIMSS, a los estudiantes de 4º curso de Educación Primaria no se les permitió utilizar calculadoras.

El objetivo de las directrices de TIMSS en cuanto al uso de calculadoras es proporcionar a los alumnos la mejor oportunidad de operar en entornos que sean un reflejo de la experiencia en clase. Así, si los alumnos están acostumbrados a disponer de calculadoras para sus actividades, el país debe alentarlos a utilizarlas durante la evaluación. Por otra parte, si no están acostumbrados a disponer de calculadoras o su uso no está permitido habitualmente, el país no debe permitir que las utilicen. Al desarrollar los nuevos materiales de evaluación, deben realizarse todos los esfuerzos necesarios para asegurar que lo que se pregunta no deje en ventaja o en desventajas a los alumnos dependiendo de si utilizan o no calculadoras.

## DOMINIOS COGNITIVOS DE MATEMÁTICAS.

### 4º CURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y 2º CURSO DE ESO

Para responder correctamente a los ítems de prueba de TIMSS, los alumnos tienen que estar familiarizados con el contenido matemático de los ítems, pero también necesitan extraer una serie de destrezas cognitivas. Describirlas desempeña un papel crucial en el desarrollo de una evaluación como TIMSS 2011, puesto que son vitales, para asegurar que el estudio cubre el rango apropiado de destrezas cognitivas a través de los dominios de contenido que ya se han indicado.

El primer dominio: el conocimiento, cubre los hechos, conceptos y procedimientos que necesitan conocer los alumnos, mientras que el segundo: la aplicación, se centra en la capacidad de los mismos para aplicar el conocimiento y la comprensión conceptual a la hora de resolver problemas o contestar a preguntas. El tercer dominio: el razonamiento, va más allá de la solución de problemas de rutina para abarcar situaciones no conocidas, contextos complejos y problemas con múltiples etapas.

Estos tres dominios cognitivos se utilizan para ambos cursos, pero varían los tiempos de prueba, reflejando la diferencia de edad y la experiencia de los estudiantes en los dos cursos. Para 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO, cada dominio de contenido incluirá ítems desarrollados para ocuparse de cada uno de los tres dominios cognitivos. Por ejemplo, el dominio *números* incluirá ítems de conocimiento, aplicación y razonamiento, al igual que los otros dominios de contenido.

La facilidad para el uso de las Matemáticas o para el razonamiento acerca de situaciones matemáticas depende fundamentalmente del conocimiento matemático. Cuanto más relevante sea el conocimiento que un alumno es capaz de recordar, mayor será su potencial para enfrentarse a un amplio rango de situaciones planteados como problema.

**Tabla 4: Porcentajes objetivo de las especificaciones de la evaluación de Matemáticas dedicados a los dominios cognitivos de TIMSS 2011, en 4º curso de E. Primaria y 2º curso de ESO**

Dominios cognitivos	Porcentajes	
	4º curso de E. Primaria	2º curso de ESO
Conocimiento	40%	35%
Aplicación	40%	40%
Razonamiento	20%	25%

La Tabla 4 muestra los porcentajes objetivo del tiempo de prueba dedicado a cada dominio cognitivo para las evaluaciones de 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO.

## Conocimiento

Sin el acceso a una base de conocimiento que posibilite recordar fácilmente el lenguaje y los hechos básicos y convenciones de los números, la representación simbólica y las relaciones espaciales, a los estudiantes les resultaría imposible el pensamiento matemático dotado de finalidad. Los hechos engloban el conocimiento factual que constituye el lenguaje básico matemático, así como, las propiedades y los hechos matemáticos esenciales que forman el fundamento del pensamiento matemático.

Los procedimientos forman un puente entre el conocimiento más básico y el uso de las Matemáticas para resolver problemas habituales, especialmente aquellos con que se encuentran muchas personas en su vida cotidiana. En esencia, el uso fluido de los procedimientos implica recordar conjuntos de acciones y cómo llevarlas a cabo. Los estudiantes han de ser eficientes y precisos en el uso de diversos procedimientos y herramientas de cálculo. Tienen que saber que se pueden utilizar procedimientos concretos para resolver clases enteras de problemas, no sólo problemas individuales.

<b>1</b>	<b>Recordar</b>	Recordar definiciones; vocabulario; unidades; hechos numéricos; propiedades de los números; propiedades de las figuras planas; convenciones matemáticas (p.ej., notación algebraica como: $a \times b = ab$ , $a + a + a = 3a$ ).
<b>2</b>	<b>Reconocer / Identificar</b>	Reconocer objetos matemáticos, por ejemplo formas, números, expresiones y cantidades; reconocer o identificar entidades matemáticas que sean equivalentes (p. ej., fracciones equivalentes conocidas, decimales y porcentajes; figuras geométricas simples orientadas de modo diferente).
<b>3</b>	<b>Calcular</b>	Conocer procedimientos algorítmicos para +, -, x, : o una combinación de estas operaciones con números naturales, fracciones, decimales y enteros; números aproximados para estimar cálculos; llevar a cabo procedimientos algebraicos de rutina.
<b>4</b>	<b>Recuperar</b>	Recuperar información de gráficos, tablas y otras fuentes; leer escalas simples.
<b>5</b>	<b>Medir</b>	Usar instrumentos de medición; elegir unidades apropiadas de medida.
<b>6</b>	<b>Clasificar / ordenar</b>	Clasificar o agrupar objetos, figuras, números, expresiones e ideas según propiedades comunes; tomar decisiones correctas con relación a la pertenencia a una clase; ordenar números y objetos según sus atributos.

El conocimiento de conceptos permite a los estudiantes hacer conexiones entre elementos de saber que, en el mejor de los casos, sólo serían retenidos como hechos aislados. Les permite extenderse más allá de lo que ya saben, juzgar la validez de los enunciados y métodos matemáticos, y crear representaciones matemáticas.

## Aplicación

El dominio aplicación implica saber utilizar distintas herramientas matemáticas en un rango de contextos. Los hechos, conceptos y procedimientos son a menudo muy conocidos para el alumno, siendo rutinarios los problemas. En algunos ítems alineados con este dominio, se necesita aplicar el conocimiento de hechos, habilidades y procedimientos o entender los conceptos matemáticos para crear representaciones. La representación de ideas crea el núcleo del pensamiento matemático y de la comunicación, y la capacidad para crear representaciones equivalentes es fundamental para conseguir el éxito en la asignatura.

La resolución de problemas es fundamental para el dominio aplicación, pero las situaciones del problema son más rutinarias que las que están alineadas con el dominio razonamiento, estando arraigadas firmemente en el currículo aplicado. Los problemas habituales habrán sido práctica común en los ejercicios de clase diseñados para ejercitar la utilización de métodos o técnicas particulares.

<b>1</b>	<b>Seleccionar</b>	Seleccionar o usar un método o estrategia eficiente para resolver problemas en los que haya un algoritmo o método de solución conocido.
<b>2</b>	<b>Representar</b>	Representar información y datos matemáticos en diagramas, tablas, cuadros o gráficos y generar representaciones equivalentes para una entidad o relación matemática dada.
<b>3</b>	<b>Modelo</b>	Generar un modelo apropiado, como una ecuación, figura geométrica o diagrama para resolver un problema de rutina.
<b>4</b>	<b>Poner en práctica</b>	Poner en práctica un conjunto de instrucciones matemáticas (p. ej., dibujar formas y diagramas según unas determinadas especificaciones).
<b>5</b>	<b>Resolver problemas de rutina</b>	Resolver problemas estándar similares a los que se encuentran en clase; pueden pertenecer a contextos conocidos o ser puramente matemáticos.

Algunos de estos problemas se habrán expresado con términos que ponen la situación del problema en un contexto casi real. Aunque la dificultad varía, se espera que este género

de problemas de “libro de texto” resulte suficientemente conocido para los estudiantes; que impliquen esencialmente la selección y aplicación de hechos, conceptos y procedimientos aprendidos.

Los problemas se pueden plantear en situaciones de la vida real, o pueden tener que ver con preguntas puramente matemáticas en las que haya que utilizar, por ejemplo, expresiones numéricas o algebraicas, funciones, ecuaciones, figuras geométricas o conjuntos de datos estadísticos. Por tanto, resolver problemas se ha incluido no sólo en el área de resolución de problemas habituales sino también en la de razonamiento.

## *Razonamiento*

El razonamiento matemático implica la capacidad de pensamiento lógico y sistemático. Incluye el razonamiento intuitivo e inductivo basado en patrones y regularidades que se pueden utilizar para llegar a soluciones para problemas no habituales. Los problemas no habituales son problemas que muy probablemente no resultarán conocidos para los estudiantes. Plantean unas exigencias cognitivas que superan lo necesario para resolver problemas habituales, aún cuando el conocimiento y las destrezas requeridas para su solución se hayan aprendido.

<b>1</b>	<b>Analizar</b>	Determinar y describir o usar relaciones entre variables u objetos en situaciones matemáticas y hacer inferencias válidas a partir de información dada.
<b>2</b>	<b>Generalizar / Especializar</b>	Extender el dominio al que son aplicables el resultado del pensamiento matemático y la resolución de problemas mediante la reexposición de resultados en términos más generales y más aplicables.
<b>3</b>	<b>Integrar / Sintetizar</b>	Realizar conexiones entre diferentes elementos de conocimiento y representaciones relacionadas con ellos, y efectuar conexiones entre ideas matemáticas relacionadas entre sí; combinar procedimientos matemáticos (disparos) para establecer resultados; combinar resultados para llegar a un resultado ulterior.
<b>4</b>	<b>Justificar</b>	Proporcionar pruebas de la validez de una acción o de la verdad de un enunciado mediante referencia a propiedades o resultados matemáticos.
<b>5</b>	<b>Resolver problemas no rutinarios</b>	Resolver problemas enmarcados en contextos matemáticos o de la vida real de los que es muy poco probable que los estudiantes hayan encontrado ítems similares; aplicar procedimientos matemáticos en contextos poco conocidos o complejos.



Los problemas no habituales pueden ser puramente matemáticos o pueden estar enmarcados en la vida real. Ambos tipos de ítems implican la transferencia de conocimiento y destrezas a nuevas situaciones; una de sus características es que suele haber interacciones entre destrezas de razonamiento. Los problemas que requieren razonamiento pueden precisarlos de formas muy distintas, debido a la novedad del contexto o a la complejidad de la situación, o porque cualquier solución al problema implicaría varias etapas, tal vez, recurriendo al conocimiento y comprendiéndolo desde diferentes áreas de las Matemáticas.

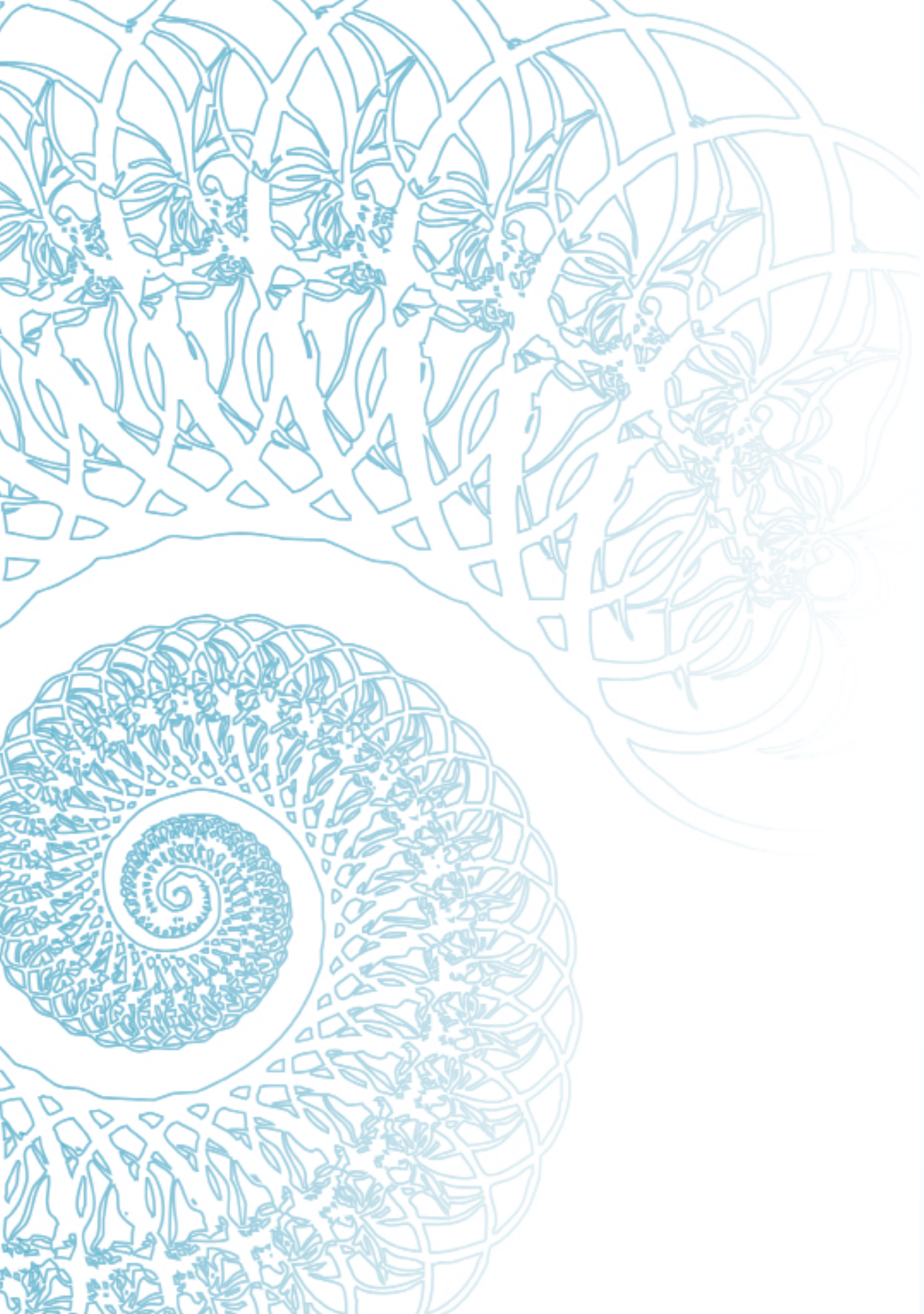
Aunque muchos de los comportamientos principales que están dentro del dominio del razonamiento son los que pueden alentarse al pensar sobre problemas nuevos o complejos o al resolverlos, cada uno, por sí mismo, representa un resultado valioso de la educación en Matemáticas, con el potencial de influir en el pensamiento de quienes aprenden de manera más general. Por ejemplo, el razonamiento implica la habilidad de observar y hacer conjeturas. También implica hacer deducciones lógicas basadas en reglas y supuestos específicos y justificar los resultados.

TIMSS 2011

Marco teórico de las Ciencias

Capítulo

2



# Capítulo 2

## TIMSS 2011: Marco teórico de las Ciencias

### VISIÓN GENERAL

En el mundo actual, es absolutamente necesario disponer de alguna comprensión de las Ciencias para que los ciudadanos puedan tomar decisiones informadas sobre ellos mismos y sobre el mundo en que viven. Cada día se enfrentan a un aluvión de información, y sólo es posible separar la realidad de la ficción si tienen las herramientas adecuadas para conseguirlo. Es fundamental, por consiguiente, asegurar que los estudiantes que dejan la escuela secundaria se vayan con un entendimiento global de las Ciencias, de tal manera que las decisiones que efectúen sean informadas. Los estudiantes de los primeros cursos tienen una curiosidad natural por el mundo y por el lugar que ocupan en el mismo, así que es apropiado que comiencen a aprender los elementos básicos de la ciencia a una pronta edad. Este conocimiento y comprensión deben cimentarse a lo largo de toda su escolarización, de manera que, cuando sean adultos y se vean ante la necesidad de tomar decisiones como pueden ser el tratamiento de enfermedades, el calentamiento global y las aplicaciones de la tecnología sean capaces de hacerlo desde una sólida base científica.

El Marco teórico de la evaluación de las Ciencias para TIMSS 2011 consta de una dimensión de contenido, que especifica los dominios de las asignaturas que han de ser evaluadas dentro de la ciencia (p. ej., Biología, Química, Física y Ciencias de la Tierra en 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria), y una dimensión cognitiva que especifica los dominios o capacidades y comportamientos (esto es, conocer, aplicar y razonar) que se espera que alcancen los estudiantes cuando estudian Ciencias. En 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO, los contenidos se diferencian por su naturaleza y grado de dificultad. Hay más énfasis en Ciencias de la Vida en 4º curso de Educación Primaria que en su homóloga, Biología, en 2º curso de ESO. En éste último, la Física y la Química se evalúan como dominios separados y reciben más importancia que en 4º curso, donde se

evalúan como un dominio de contenido; Ciencias Físicas. El marco teórico cognitivo, sin embargo, es el mismo para ambos cursos, abarcando una gama de procesos cognitivos que están implicados en el aprendizaje de conceptos de Ciencias y al dedicarse a la investigación científica en los cursos escolares de Educación Primaria y de Educación Secundaria Obligatoria. La Tabla 5 muestra los porcentajes objetivo del tiempo de prueba que se dedica a cada dominio de Ciencias para las evaluaciones de cada curso.

**Tabla 5: Porcentajes objetivo de la evaluación de Ciencias de TIMSS 2011 dedicados a los dominios de contenido y cognitivo, por curso**

<b>4º curso de E. Primaria</b>		
<b>Dominios de contenido</b>	<b>Porcentajes</b>	
Ciencias de la Vida	45%	
Ciencias Físicas	35%	
Ciencias de la Tierra	20%	
<b>2º curso de ESO</b>		
<b>Dominios de contenido</b>	<b>Porcentajes</b>	
Biología	35%	
Química	20%	
Física	25%	
Ciencias de la Tierra	20%	
<b>Dominios cognitivos</b>	<b>Porcentajes</b>	
	<b>4º curso de E. Primaria</b>	<b>2º curso de ESO</b>
Conocimiento	40%	35%
Aplicación	40%	35%
Razonamiento	20%	30%

Una de las formas en las que los alumnos han sido alentados a aumentar su conocimiento y comprensión de la ciencia es a través del proceso de investigación científica, y se ha hecho mucho hincapié en el currículo contemporáneo de Ciencias de muchos países al incorporar a los estudiantes a este proceso. Reconociendo la importancia de la investigación científica en el proceso de enseñanza y aprendizaje, el Marco teórico de las Ciencias de TIMSS 2011 adopta la posición de que no deben evaluarse de manera aislada la comprensión y destrezas necesarias para incorporarse a este proceso. En lugar de ello, la investigación científica debe evaluarse en el contexto de uno u otro de los dominios de contenido de Ciencias de TIMSS y aprovechar toda la gama de habilidades y

comportamientos especificados en cada uno de ellos. Los ítems que se refieren a aspectos de la investigación científica constan de dos dimensiones: la dimensión de contenido, que cubre todos los campos de las ciencias y la dimensión cognitiva, que incluye componentes basados en destrezas.

Los dominios de contenido y cognitivos para la evaluación de las Ciencias así como la perspectiva de TIMSS respecto a la investigación científica se tratan con detalles en las siguientes secciones. Los dominios cognitivos, aplicables a ambos cursos, vienen a continuación seguidos de la investigación científica.

## DOMINIOS DE CONTENIDO DE CIENCIAS. 4º CURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Aunque TIMSS reconoce que la organización curricular científica difiere según los países, a efectos de la evaluación TIMSS 2011 en 4º curso de Educación Primaria se escogieron tres dominios principales, que cubren la mayoría de los temas curriculares de los distintos países para definir el contenido de las Ciencias: Ciencias de la Vida, Ciencias Físicas y Ciencias de la Tierra. Debe observarse que los temas incluidos en estos dominios pueden enseñarse en algunos países en otras asignaturas, como geografía.

Los dominios de contenido se muestran en la Tabla 6, junto con el porcentaje dedicado a cada dominio.

**Tabla 6: Porcentajes objetivo de las especificaciones de la evaluación de Ciencias de TIMSS 2011 dedicados a los dominios de contenido, en 4º curso de Educación Primaria**

Dominios de contenido de 4º curso de E. Primaria	Porcentajes
Ciencias de la Vida	45%
Ciencias Físicas	35%
Ciencias de la Tierra	20%

Cada dominio de contenido tiene diversas áreas temáticas principales, presentadas como lista de objetivos cubiertos en el currículo de Ciencias por la mayoría de los países participantes. Las secciones que figuran más abajo describen cada uno de los dominios de contenido de Ciencias, y dan una visión general sobre las áreas temáticas que han de ser cubiertas además de proporcionar un conjunto de formas de evaluación para cada tema. Se

escriben en términos de comportamientos que han de ser suscitados por ítems que ejemplifiquen las comprensiones y destrezas que se esperan de los alumnos en 4º curso de Educación Primaria.

## ***Ciencias de la Vida***

Ciencias de la Vida incluye la comprensión de las características y procesos de la vida en los seres vivos, las relaciones entre ellos y su interacción con el medio ambiente. Las áreas temáticas son las siguientes:

- Características y procesos de la vida en los seres vivos.
- Ciclos de la vida, reproducción y herencia.
- Interacción con el medio ambiente.
- Ecosistemas.
- Salud humana.

El conocimiento de las características y los procesos de la vida en los seres vivos es fundamental para el estudio de las Ciencias de la Vida. Por ello, se espera que los estudiantes de 4º curso de Educación Primaria puedan describir las diferencias entre los seres vivos y las cosas inanimadas, comparar y contrastar las características físicas y de comportamiento de los principales grupos de organismos y relacionar las estructuras de estos organismos con sus funciones.

Se espera que los estudiantes conozcan y puedan ser capaces de comparar los ciclos de la vida de las plantas, y de los animales. En las áreas de reproducción y herencia, el conocimiento está limitado a una comprensión muy básica de la reproducción y similitud entre seres de la misma especie. Deben ser capaces de relacionar la producción de múltiples semillas o huevos con la supervivencia de diferentes clases de plantas y animales.

Se espera que los alumnos puedan asociar características y modelos físicos de comportamiento de plantas y animales con el medio ambiente en el que viven, y que puedan proporcionar ejemplos de características físicas y de comportamiento que hacen que algunas plantas y animales sean más adecuados para determinados entornos. Los alumnos también deben ser capaces de demostrar un conocimiento rudimentario de las respuestas del cuerpo a las condiciones externas.

El estudio de los ecosistemas es esencial para comprender la interdependencia de los

organismos vivos y sus relaciones con el entorno físico. Se espera que los conceptos básicos relacionados con los ecosistemas, incluyendo el flujo de energía y la interacción de factores bióticos y abióticos sean introducidos en el currículo de Ciencias de la escuela primaria; la comprensión de los alumnos se puede demostrar mediante descripciones de las relaciones específicas entre plantas y animales en los ecosistemas comunes. Los alumnos de 4º curso de deberían saber en qué formas el comportamiento humano puede afectar al medio ambiente, especialmente en lo que se refiere a la contaminación.

También, se espera que los alumnos de este curso tengan un conocimiento rudimentario acerca de la salud, nutrición y enfermedades en las personas. Deben demostrar su conocimiento de las enfermedades de transmisión más comunes y poder relacionar la dieta y los hábitos personales con sus efectos sobre la salud.

#### **CIENCIAS DE LA VIDA: CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS DE LA VIDA EN LOS SERES VIVOS**

1. Describir las diferencias entre los seres vivos y los seres inertes; identificar características comunes de los seres vivos (p. ej., la reproducción, el crecimiento, las necesidades básicas de aire, alimentos, agua).
2. Comparar y contrastar las características físicas y de comportamiento de los principales grupos de seres vivos (p. ej., insectos, aves, mamíferos, plantas con flores); identificar o proporcionar ejemplos de animales y plantas que pertenezcan a estos grupos.
3. Relacionar las principales estructuras de los animales con sus funciones (p. ej., el estómago, que sirve para digerir la comida; los dientes, que sirven para desmenuzar los alimentos; los huesos, que soportan el cuerpo; los pulmones, que sirven para aspirar aire).
4. Relacionar las principales estructuras de las plantas con sus funciones (p. ej., las raíces, que absorben el agua; las hojas, que fabrican el alimento).

#### **CIENCIAS DE LA VIDA: CICLOS DE LA VIDA, REPRODUCCIÓN Y HERENCIA**

1. Trazar las etapas generales en el ciclo de la vida de las plantas (germinación, crecimiento y desarrollo, reproducción y dispersión de semillas) y los animales (nacimiento, crecimiento y desarrollo, reproducción y muerte); reconocer y comparar los ciclos de la vida de plantas conocidas (p. ej., árboles, alubias) y animales (p. ej., humanos, moscas comunes, ranas).



2. Reconocer que las plantas y los animales se reproducen con su propia especie para producir descendencia con características que se parecen mucho a las de los padres; describir relaciones simples entre la reproducción y la supervivencia de diferentes tipos de plantas y animales (p.ej., una planta que produce muchas semillas, un pez que produce muchos huevos).

#### CIENCIAS DE LA VIDA: INTERACCIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE

1. Asociar las características físicas de las plantas y los animales con los entornos en los que viven; identificar o describir ejemplos de ciertas características físicas o de comportamiento de las plantas y los animales que les ayudan a sobrevivir en entornos particulares y explicar el por qué (p.ej., tipo de raíz, tipo de hoja, espesor de la piel, hibernación, migración).
2. Describir las respuestas corporales de los animales a las situaciones (p.ej., calor, frío, peligro) y actividades externas (p.ej., ejercicio).

#### CIENCIAS DE LA VIDA: ECOSISTEMAS

1. Explicar que las plantas necesitan del sol para elaborar su alimento, mientras que los animales comen plantas u otros animales; reconocer que todas las plantas y animales necesitan alimentos que les proporcionen energía para sus actividades y materias primas para su crecimiento y reparación.
2. Describir las relaciones basadas en cadenas simples de alimentos en una comunidad dada (p. ej., un bosque, una charca, un desierto), utilización de las plantas y animales comunes y relaciones predador-presa.
3. Explicar formas en las que el comportamiento humano puede tener efectos positivos o negativos sobre el medio ambiente; proporcionar descripciones generales y ejemplos de los efectos de la contaminación en los humanos, plantas, animales y sus entornos, y formas de prevenir o reducir la contaminación.

#### CIENCIAS DE LA VIDA: SALUD HUMANA

1. Reconocer las formas en las que se transmiten las enfermedades contagiosas (p. ej., resfriados, gripe); identificar signos de salud o enfermedad y algunos métodos de evitar y tratar las enfermedades.

2. Describir formas de permanecer sano, incluyendo una dieta equilibrada y realizar ejercicio regularmente; identificar fuentes comunes de alimentos (p. ej., frutos, vegetales, cereales).

## **Ciencias Físicas**

Las Ciencias Físicas incluyen conceptos relacionados con la materia y la energía, y cubren temas en las áreas tanto de la Química como de la Física. Puesto que los estudiantes en 4° curso de Educación Primaria sólo tienen un conocimiento elemental de química, el marco teórico hace más énfasis en conceptos de física. Las áreas temáticas de Ciencias Físicas son las siguientes:

- Clasificación y propiedades de la materia.
- Fuentes y efectos de la energía.
- Fuerzas y movimiento.

En el área de clasificación y propiedades de la materia, se espera que los estudiantes de 4° curso tengan un conocimiento básico de los estados y cambios en la materia de una forma a otra (sólido, líquido, gas). Aunque no se espera un conocimiento general relativo a los cambios de estado, los estudiantes deben saber que el agua puede existir en las tres formas y que puede cambiar de una a otra al calentarse o enfriarse. Deben ser capaces de comparar o clasificar objetos y materiales sobre la base de sus propiedades físicas y relacionar estas propiedades con sus usos. Se espera que los estudiantes tengan conocimientos prácticos de la formación de mezclas y disoluciones de agua. También se espera que identifiquen algunos cambios en materiales conocidos que producen otros materiales con diferentes propiedades, pero no se espera que conozcan cómo estos cambios están relacionados con transformaciones químicas.

Conceptos relacionados con las fuentes y los efectos de la energía que abarcan el calor, la temperatura, la luz, la electricidad y el magnetismo. Los estudiantes deben ser capaces de identificar fuentes de energía comunes y disponer de alguna comprensión del hecho de que los objetos calientes pueden calentar objetos fríos. Su comprensión de la luz se evaluará identificando fuentes comunes de luz y relacionando fenómenos físicos conocidos con el comportamiento de la luz. En el área de la electricidad y el magnetismo, los alumnos deben tener nociones de algún circuito eléctrico completo y algunos conocimientos prácticos acerca de los imanes y sus usos.

Los alumnos deben tener un conocimiento intuitivo de la idea de las fuerzas en cuanto que se relacionan con el movimiento, como la gravedad actuando sobre los objetos que caen y las fuerzas de empuje/tracción. Deben ser capaces de comparar los efectos de fuerzas mayores o menores sobre un objeto. También debe evaluarse el conocimiento que se refiere a la determinación del peso relativo de los objetos utilizando una balanza.

### CIENCIAS FÍSICAS: CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE LA MATERIA

1. Indicar tres estados de la materia (sólido, líquido, gas) y describir las diferentes características de forma y volumen de cada estado; reconocer que la materia puede cambiar de un estado al otro mediante aumento o disminución de temperatura y describir estos cambios en términos de fusión, congelación, ebullición, evaporación o condensación.
2. Comparar y clasificar objetos y materiales sobre la base de las propiedades físicas (p. ej., peso/masa, volumen, atracción magnética); identificar las propiedades de los metales y relacionarlos con su uso; identificar las propiedades y los usos comunes del agua en su estado sólido, líquido y gaseoso (p. ej., líquido de refrigeración, disolvente, fuente de calor).
3. Describir ejemplos de mezclas y explicar cómo se pueden separar; dar ejemplos de materiales que se disuelven en el agua y de otros que no se disuelven; explicar la manera de aumentar la cantidad y la rapidez con la que se disuelven los materiales.
4. Identificar los cambios observables en los materiales causados por la descomposición, la quema, la oxidación, que hacen que los nuevos materiales tengan propiedades diferentes.

### CIENCIAS FÍSICAS: ENERGÍA-FUENTES Y EFECTOS

1. Identificar las fuentes de energía (p. ej., el Sol, la electricidad, el agua, el viento, las vibraciones,...); así como describir los usos prácticos de las mismas.
2. Reconocer que los objetos calientes pueden calentar a los fríos; explicar que el calentamiento implica un aumento en la temperatura; identificar ejemplos de materiales conductores comunes.
3. Identificar las fuentes de luz comunes (p. ej., bombillas, llamas, el Sol); relacionar los fenómenos físicos conocidos con el comportamiento de la luz (p. ej., los reflejos, el arco iris o las sombras).

4. Explicar la necesidad de una vía eléctrica completa (sin interrupción) para los sistemas eléctricos simples (p. ej., una linterna, baterías en los aparatos); también reconocer objetos y materiales que son conductores de electricidad.
5. Reconocer que los imanes se pueden utilizar para atraer a otros materiales u objetos, que tienen polos norte y sur, que los polos iguales se repelen y que los opuestos se atraen.

## CIENCIAS FÍSICAS: FUERZAS Y MOVIMIENTO

1. Identificar las fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan (p. ej., la gravedad, el empuje y la tracción); comparar los efectos de la fuerza sobre un objeto; describir cómo el peso relativo de los objetos se puede determinar con una balanza.

### *Ciencias de la Tierra*

Ciencias de la Tierra se ocupa del estudio de la Tierra y de su lugar en el Sistema Solar. Aunque no existe una sola imagen de lo que constituye el currículo de Ciencias de la Tierra aplicable para todos los países, el Marco Teórico de las Ciencias de TIMSS 2011 identifica las siguientes áreas temáticas cuya comprensión se considera importante para los alumnos de 4º curso de Educación Primaria sobre el planeta en el que viven y su lugar en el Sistema Solar:

- La estructura de la Tierra, sus características físicas y sus recursos.
- Los procesos, los ciclos y la historia de la Tierra.
- La Tierra en el Sistema Solar.

Se espera que los alumnos de 4º curso tengan algún conocimiento general sobre la estructura y las características físicas de la Tierra. Deben reconocer que gran parte de la superficie de la Tierra está cubierta por agua, y ser capaces de describir el lugar donde se encuentra agua dulce y salada. En este nivel, la evaluación de la comprensión acerca de la atmósfera se limita a la evidencia de la existencia del aire y a la presencia de partículas de agua en el aire. También se espera que los alumnos conozcan las características comunes de los paisajes y que tengan una cierta comprensión de los usos y de la conservación de los recursos de la Tierra.

En el ámbito de los procesos, ciclos e historia de la Tierra, se espera que estos alumnos sean capaces de describir algunos de los procesos de la Tierra en términos de cambios observables, incluyendo el movimiento del agua, la formación de las nubes y los cambios estacionales o diarios de las condiciones meteorológicas.

La evaluación de la comprensión de la historia de la Tierra está bastante limitada en 4º curso de Educación Primaria. Sin embargo, los alumnos deben saber que los fósiles encontrados en las rocas son restos de plantas y animales que vivieron hace mucho tiempo y han de ser capaces de hacer deducciones simples acerca de los cambios en la superficie de la Tierra desde que estos restos quedaron depositados.

Se espera que demuestren comprensión sobre el lugar de la Tierra en el sistema solar basándose en las observaciones de los cambios en la Tierra y en el cielo. En particular, deben estar familiarizados con los movimientos de la Tierra, y relacionar los cambios diarios de la Tierra con la rotación sobre su eje y su relación con el Sol. También deben ser capaces de reconocer que la Luna tiene distintas fases.

#### CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTRUCTURA, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y RECURSOS DE LA TIERRA

1. Identificar las sustancias que componen la superficie de la Tierra; reconocer que la mayoría de la superficie de la Tierra está cubierta por agua; describir los lugares donde se encuentran el agua dulce y la salada; proporcionar evidencia de la existencia del aire; reconocer hechos comunes, como la formación de nubes, gotas de rocío, evaporación de los charcos y secado de la ropa mojada, como prueba de que el aire contiene agua.
2. Describir las características del paisaje (p. ej., montañas, llanuras, desiertos, ríos, lagos, mares) y relacionarlas con los usos humanos (p. ej., la agricultura, el riego, el desarrollo); identificar algunos de los recursos de la Tierra que se utilizan en la vida cotidiana (p. ej., agua, suelo, madera, minerales, aire); explicar la importancia de utilizar estos recursos de manera responsable.

#### CIENCIAS DE LA TIERRA: PROCESOS, CICLOS E HISTORIA DE LA TIERRA

1. Describir el movimiento del agua sobre la superficie de la Tierra (p. ej., fluyendo en ríos o corrientes de agua desde las montañas hasta océanos o lagos); relacionar la formación de nubes, lluvia o nieve con un cambio en el estado del agua; describir cambios en las condiciones climáticas de un día al otro o a través de las estaciones

en términos de temperatura, precipitación (lluvia o nieve), nubes y viento.

2. Reconocer que algunos restos fósiles de animales y plantas que vivieron en la Tierra hace mucho tiempo se encuentran depositados en las rocas; hacer deducciones simples acerca de los cambios en la superficie de la Tierra desde la ubicación de estos restos.

## CIENCIAS DE LA TIERRA: LA TIERRA EN EL SISTEMA SOLAR

1. Describir el Sistema Solar como un grupo de planetas (incluida la Tierra), cada uno de los cuales gira en torno al Sol; reconocer que la Luna gira alrededor de la Tierra y que se ve diferente dependiendo del momento del mes; identificar al Sol, como fuente de calor y luz dentro del sistema solar.
2. Relacionar los patrones diarios observados en la Tierra con la rotación de la Tierra sobre su eje y su relación con el Sol (p. ej., el día y la noche, la aparición de sombras).

## DOMINIOS DE CONTENIDO DE CIENCIAS. 2ºCURSO DE ESO

Cuatro dominios principales de contenido (Biología, Química, Física y Ciencias de la Tierra) definen el contenido de Ciencias cubierto en la evaluación de 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria. Sin embargo, es importante señalar que en una evaluación internacional como TIMSS, la organización de los temas de Ciencias en estos dominios no se corresponde con la estructura de la enseñanza de las Ciencias en todos los países. En muchos países, por ejemplo, las Ciencias se enseñan como ciencias generales integradas, mientras que en otros se enseñan como materias independientes, tales como Biología, Física y Química.

Además, algunos de los temas incluidos en el Marco Teórico de las Ciencias de TIMSS 2011, pueden enseñarse en algunos países como Educación para la Salud, Ciencias Sociales o Geografía. Los dominios de contenido se muestran en la Tabla 7, así como el porcentaje objetivo dedicado a cada dominio.

**Tabla 7: Porcentajes objetivo de las especificaciones de la evaluación de Ciencias de TIMSS 2011 dedicados a los dominios de contenido, en 2º curso de ESO**

Dominios de contenido de 2º curso de ESO	Porcentajes
Biología	35%
Química	20%
Física	25%
Ciencias de la Tierra	20%

Cada dominio de contenido tiene varios temas principales; cada uno de ellos se presenta como una lista de objetivos cubiertos en el currículo de Ciencias en la mayoría de los países participantes. Las secciones siguientes describen cada uno de sus dominios de contenido, dan una visión general de las áreas temáticas que se tratarán en cada dominio y proporcionan un conjunto de objetivos de evaluación para cada área temática. Estos objetivos están redactados en términos de conductas a ser suscitadas por ítems que ejemplifican la comprensión y la capacidad prevista para los estudiantes de 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria.

## **Biología**

La Biología incluye la comprensión de los procesos de la vida, la diversidad y la interdependencia de los organismos vivos, por parte de los alumnos.

- Características, clasificación y procesos de la vida de organismos.
- Las células y sus funciones.
- Ciclos de vida, reproducción y herencia.
- Diversidad, adaptación y selección natural.
- Ecosistemas.
- Salud humana.

Se espera que los alumnos de 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria sean capaces de indicar las características definitorias de los principales grupos taxonómicos y de clasificar a los organismos conforme a ellas. También deben ser capaces de localizar los principales órganos en el cuerpo humano y de relacionar la estructura y función de los órganos y sistemas orgánicos con los procesos biológicos básicos.

Deben tener un conocimiento básico de las células y su función, tal y como se pone de manifiesto por su capacidad para describir la composición celular y para identificar las estructuras y relacionarlas con su función. También deben ser capaces de explicar cómo ciertos procesos biológicos tales como la fotosíntesis y la respiración son necesarios para que se dé la vida.

Los alumnos deben ser capaces de distinguir entre el crecimiento y el desarrollo en diferentes organismos. También deben ser capaces de comparar la reproducción sexual y asexual en términos de los procesos biológicos a nivel celular, incluyendo ideas sobre la herencia que implica el paso del material genético del padre o padres a la descendencia.

Se espera de los alumnos de 2º curso de ESO cierta comprensión de la diversidad, adaptación y selección natural entre los organismos. Deben saber apreciar las especies en términos de similitud de características y capacidades de reproducción en una población de organismos relacionados. También deben ser capaces de relacionar la diversidad de las características con la supervivencia o la extinción de especies en entornos cambiantes. Los alumnos deben comenzar a considerar las pruebas de la historia y de los cambios en las formas de vida de la Tierra a través del tiempo mediante la comparación de las especies vivas y los registros fósiles.

El estudio de los ecosistemas es esencial para entender la interdependencia de los organismos vivos y su relación con el entorno físico. En 2º curso de ESO, los alumnos deben mostrar a nivel elemental su comprensión de la interdependencia entre las poblaciones de organismos que mantiene el equilibrio en un ecosistema. Se espera que representen el flujo de energía en un ecosistema, reconozcan su papel en el ciclo de los materiales, puedan predecir los efectos de los cambios en los ecosistemas y entiendan que el efecto de la actividad humana sobre los ecosistemas es un aspecto importante para entender la interdependencia entre los organismos vivos y el medio ambiente.

Se espera que los alumnos de 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria demuestren lo que saben sobre salud humana, nutrición y enfermedades. Deben conocer algunas de las causas de la enfermedad, expresar el conocimiento sobre los mecanismos de infección y transmisión, y entender la importancia del sistema inmunitario. También deben ser capaces de describir el papel de determinados nutrientes en el funcionamiento del cuerpo humano.

## **BIOLOGÍA: CARACTERÍSTICAS, CLASIFICACIÓN Y PROCESOS DE LA VIDA DE LOS ORGANISMOS**

1. Indicar las características definitorias que diferencian los principales grupos



taxonómicos y los organismos dentro de estos grupos; clasificar los organismos sobre la base de la variedad en sus características físicas.

2. Localizar los principales órganos en el cuerpo humano; identificar los componentes de los sistemas de órganos; explicar el papel de los mismos y de los sistemas que forman para que pueda existir la vida (p. ej., las vías respiratorias, el sistema circulatorio); comparar y contrastar los órganos y los sistemas orgánicos en los seres humanos y otros organismos.
3. Explicar cómo las acciones biológicas, en respuesta a los cambios externos e internos, sirven para mantener estables las condiciones corporales (p. ej., sudando con el calor, temblando con el frío, aumentando la frecuencia cardíaca durante el ejercicio).

### BIOLOGÍA: LAS CÉLULAS Y SUS FUNCIONES

1. Explicar que los seres vivos están formados por células que realizan funciones vitales y sufren una división celular, y que los tejidos, órganos y sistemas orgánicos están formados por grupos de células con estructuras y funciones especializadas; identificar las estructuras y algunas funciones de los orgánulos celulares (p. ej., la pared celular, membrana celular, núcleo, cloroplastos, vacuolas); comparar las células animales y vegetales.
2. Describir los procesos de la fotosíntesis (la necesidad de luz, dióxido de carbono, agua y clorofila, producción de alimentos, y liberación de oxígeno) y de la respiración celular (la necesidad de oxígeno, la descomposición de los alimentos para producir energía y la liberación de dióxido de carbono).

### BIOLOGÍA: CICLOS DE VIDA, REPRODUCCIÓN Y HERENCIA

1. Comparar y contrastar cómo los diferentes organismos (p. ej., los seres humanos, las plantas, las aves, los insectos) crecen y se desarrollan.
2. Comparar y contrastar la reproducción asexual y sexual en términos generales (p. ej., la reproducción asexual produce descendientes idénticos frente a la reproducción sexual -huevos y esperma- que produce descendencia similar, pero no idéntica).
3. Relacionar la herencia de los rasgos, que los organismos pasan en el material genético a su descendencia; distinguir las características heredadas de las aprendidas o adquiridas.

## BIOLOGÍA: DIVERSIDAD, ADAPTACIÓN Y SELECCIÓN NATURAL

1. Relacionar la supervivencia o la extinción de especies con la variación de las características físicas / de comportamiento en una población y el éxito reproductivo en un entorno cambiante.
2. Reconocer que los fósiles proporcionan evidencia de una magnitud relativa al tiempo durante la cual los principales grupos de organismos han existido en la Tierra (p. ej., seres humanos, reptiles, peces, plantas); describir cómo las similitudes y diferencias entre las especies vivas y los fósiles proporcionan evidencia de los cambios que se producen en el tiempo.

## BIOLOGÍA: ECOSISTEMAS

1. Describir el flujo de energía en un ecosistema; identificar los diferentes organismos como productores, consumidores y responsables de la descomposición; dibujar o interpretar pirámides alimentarias o diagramas de alimentación entrelazados.
2. Describir la función de los seres vivos en el ciclo de los elementos y sus compuestos (p. ej., oxígeno, carbono, agua) a través de la superficie de la Tierra y el medio ambiente.
3. Explicar la interdependencia de las poblaciones de organismos en un ecosistema en términos de competencia y depredación.
4. Identificar los factores que pueden limitar el tamaño de la población (p. ej., enfermedades, predadores, los recursos de alimentos, la sequía); predecir los efectos de los cambios en un ecosistema (p. ej., el clima, el abastecimiento de agua, cambios en la población, migración) sobre los recursos disponibles y el equilibrio entre poblaciones.
5. Reconocer que la población humana está creciendo e identificar las razones por las cuales ocurre esto (p. ej., avances en la medicina, la sanidad); discutir los efectos del crecimiento de la población sobre el medio ambiente.

## BIOLOGÍA: SALUD HUMANA

1. Describir las causas de las enfermedades comunes (p. ej., gripe, sarampión, faringitis estreptocócica, malaria, el VIH), los métodos de infección o transmisión, la prevención, y la importancia de la resistencia del organismo (inmunidad) y de las

capacidades de curación.

2. Explicar la importancia de la dieta, el ejercicio y el estilo de vida para mantener la salud y prevenir las enfermedades (p. ej., enfermedad cardíaca, presión arterial alta, diabetes, cáncer de piel, cáncer de pulmón); identificar las fuentes de alimentación y el papel de los nutrientes en una dieta saludable (vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos, grasas).

## Química

En el área de la Química, los estudiantes serán evaluados en cuanto a su comprensión de los conceptos relacionados con las siguientes áreas temáticas:

- Clasificación y composición de la materia.
- Propiedades de la materia.
- Cambio químico.

En el 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria, los alumnos deben ser capaces de clasificar las sustancias en función de sus propiedades físicas características y reconocer que las sustancias pueden ser agrupadas de acuerdo a sus similitudes por sus propiedades químicas y físicas. Se espera que diferencien entre elementos, compuestos y mezclas en función de su composición. También se busca que entiendan la estructura básica de las partículas de la materia en términos de átomos y moléculas.

Los alumnos deben conocer las propiedades de la materia, así como describir métodos de separación de mezclas mediante la utilización de sus propiedades físicas, definir disoluciones y reconocer los factores que afectan a la rapidez con que los materiales se disuelven. También deben demostrar conocimientos de algunas propiedades y usos de los metales y del agua, y ser capaces de comparar las propiedades de los ácidos y bases.

En el área del cambio químico, los alumnos deben reconocer las diferencias entre los cambios físicos y químicos y demostrar conocimientos básicos de conservación de la materia durante estos cambios. Además, deben ser capaces de identificar las reacciones comunes que emiten o absorben calor. Los estudiantes, también deben reconocer la necesidad del oxígeno en la oxidación, corrosión, y combustión, y la tendencia relativa de sustancias conocidas para someterse a este tipo de reacciones.

## QUÍMICA: CLASIFICACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA MATERIA

1. Clasificar o comparar las sustancias sobre la base de las propiedades físicas características que pueden ser demostradas o medidas (p. ej., la densidad, la conductividad eléctrica o térmica, la solubilidad, la fusión o el punto de ebullición, las propiedades magnéticas).
2. Reconocer que las sustancias pueden ser agrupadas de acuerdo a propiedades químicas y físicas similares; describir las propiedades que diferencian a los metales de los no metales.
3. Diferenciar entre sustancias puras (elementos y compuestos) y mezclas (homogénea y heterogénea) sobre la base de su formación y composición, y proporcionar o identificar ejemplos de cada una (pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas).
4. Describir la estructura de la materia en términos de partículas, incluyendo las moléculas como combinaciones de átomos (p. ej., H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) y los átomos como compuestos de partículas subatómicas (electrones que rodean un núcleo que contiene protones y neutrones).

## QUÍMICA: PROPIEDADES DE LA MATERIA

1. Seleccionar o describir los métodos físicos para separar mezclas en sus componentes (p. ej., filtración, destilación, disolución); definir soluciones en términos de sustancia(s) (solutos en sólido, líquido o gas) disueltos en un disolvente; relacionar la concentración con las cantidades de soluto o disolvente; explicar el efecto de factores como temperatura, agitación y tamaño de las partículas sobre la rapidez con que los materiales se disuelven.
2. Relacionar el comportamiento y los usos del agua con sus propiedades físicas (p. ej., punto de fusión y de ebullición, capacidad para disolver sustancias, propiedades térmicas y expansión al congelarse).
3. Comparar las propiedades de ácidos y bases comunes (los ácidos tienen un sabor agrio y reaccionan con los metales, las bases suelen tener un sabor amargo y son resbaladizas al tacto; tanto los ácidos como las bases fuertes son corrosivos; tanto los ácidos como las bases se disuelven en agua y reaccionan con indicadores para producir cambios de diferentes colores; ácidos y bases se neutralizan entre sí).

1. Diferenciar los cambios químicos de los cambios físicos en términos de transformación (reacción) de una o más sustancias puras (reacción), en sustancias puras diferentes (productos); demostrar que se ha producido un cambio químico basándose en ejemplos comunes (p. ej., cambio de temperatura, producción de gas, cambio de color, emisión de luz).
2. Reconocer que la masa se conserva durante el cambio químico; reconocer que algunas de las reacciones químicas liberan energía química (p. ej., calor, luz), mientras que otras la absorben; clasificar los cambios químicos según liberen o absorban calor (p. ej., la combustión, la neutralización, la cocción).
3. Reconocer que el oxígeno es necesario en reacciones de oxidación comunes (combustión, oxidación, corrosión); relacionar su importancia con la seguridad relativa a los incendios y en la preservación de los objetos de metal (monedas, coches, utensilios de cocina, estatuas); ordenar sustancias conocidas por su facilidad para quemarse, oxidarse o ser objeto de corrosión.

## Física

En Física, la comprensión de conceptos relacionados con los procesos físicos y energéticos serán evaluados en las siguientes áreas temáticas:

- Estados físicos y cambios en la materia.
- Transformaciones de la energía, calor y temperatura.
- Luz y sonido.
- La electricidad y el magnetismo.
- Fuerzas y movimiento.

Los alumnos de 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria deben ser capaces de describir los procesos que implican cambios de estado y comenzar a relacionar los estados de la materia con la distancia y el movimiento entre las partículas. También deben ser capaces de demostrar que comprenden que la masa se conserva durante los cambios físicos. Los conceptos relacionados con las transformaciones de la energía, el calor y la temperatura también se evalúan en 2º curso de ESO. También deben saber identificar las diferentes formas de energía, describir sus transformaciones simples, y aplicar el principio

de conservación en situaciones prácticas. Se espera que los alumnos relacionen el calor con la transferencia de energía, y que relacionen los cambios de temperatura con los cambios en la velocidad de las partículas.

Los alumnos de 2º curso de ESO deben conocer algunas propiedades básicas de la luz y como éstas interactúan con la materia; que utilicen óptica geométrica sencilla para resolver problemas prácticos; y que relacionen la apariencia y el color de los objetos con las propiedades de la luz. Los estudiantes también deben reconocer las características del sonido y algunas de sus propiedades. En el área de la electricidad y el magnetismo, la evaluación de la comprensión del área incluye el flujo de corriente en circuitos completos, diagramas de circuito simples, y la relación entre tensión y corriente en los mismos. También se espera que sean capaces de describir las propiedades, fuerzas y usos de los imanes permanentes y de los electroimanes.

Además, deben ser capaces de describir tipos generales de fuerzas, y predecir los cambios en el movimiento de un objeto, sobre la base de las fuerzas que actúan sobre él; así como demostrar su comprensión mediante el sentido común de la densidad y la presión en su relación con los fenómenos físicos conocidos, aunque no se espera un conocimiento más formalizado. También se espera de ellos que tengan un conocimiento básico del trabajo y de las máquinas simples.

#### FÍSICA: ESTADOS FÍSICOS Y CAMBIOS EN LA MATERIA

1. Aplicar los conocimientos sobre el movimiento y la distancia entre las partículas para explicar las propiedades físicas, de sólidos, líquidos y gases (volumen, forma, densidad, compresibilidad).
2. Describir la fusión, congelación, ebullición, evaporación y condensación, como cambios de estado resultantes del calentamiento y enfriamiento; relacionar la velocidad y magnitud de estos procesos con los factores físicos (p. ej., áreas superficial, sustancias disueltas, temperatura); reconocer que la temperatura se mantiene constante durante los cambios de estado; explicar que la masa se mantiene constante durante los cambios físicos (p. ej., cambio de estado, disolución de sólidos, expansión térmica).

## FÍSICA: LAS TRANSFORMACIONES DE ENERGÍA, CALOR Y TEMPERATURA

1. Identificar diferentes formas de energía (p. ej., mecánica, lumínica, eléctrica, térmica, química); describir transformaciones simples de la energía (p. ej., energía hidroeléctrica, energía eléctrica para alimentar una lámpara, combustión en un motor para mover un coche, transformar energía luminosa en química en la fotosíntesis, cambios entre la energía cinética y potencial), y aplicar el conocimiento del concepto de conservación de la energía total.
2. Relacionar el calentamiento con la transferencia de energía, de un objeto a una temperatura superior a otro objeto con una temperatura más baja; comparar la conductividad térmica relativa de los distintos materiales; comparar y contrastar los métodos de transferencia de calor (conducción, convección y radiación).
3. Relacionar los cambios de temperatura con los cambios en el volumen y / o la presión y con los cambios en la velocidad de las partículas.

## FÍSICA: LUZ Y SONIDO

1. Describir o identificar las propiedades básicas de la luz (p. ej., la transmisión a través de los diferentes medios de comunicación; velocidad de la luz; reflexión, refracción, absorción; descomposición de la luz blanca en los colores que la componen); relacionar el aspecto o color de los objetos con las propiedades de la luz reflejada o absorbida; resolver los problemas prácticos que se refieren a la reflexión de la luz desde espejos planos y la formación de sombras; interpretar diagramas simples de rayos para identificar la trayectoria de la luz y localizar las imágenes reflejadas o proyectadas utilizando lentes.
2. Reconocer las características del sonido (intensidad, tono, amplitud y frecuencia); describir o identificar algunas de las propiedades básicas del sonido (necesidad de un medio de transmisión, reflexión y absorción por las superficies, y velocidad relativa a través de diferentes medios).

## FÍSICA: ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

3. Describir el flujo de corriente en un circuito eléctrico; dibujar o identificar los diagramas que representan circuitos completos (en serie y paralelo); clasificar los materiales como conductores o aislantes eléctricos; describir los factores que afectan a las corrientes en los circuitos; reconocer que existe una relación entre corriente

y voltaje en un circuito.

4. Describir las propiedades de los imanes permanentes y de los electroimanes, así como, los efectos de la fuerza magnética; describir los usos de los imanes permanentes y electroimanes en la vida diaria (p. ej., timbres, fábricas de reciclaje).

## FÍSICA: LAS FUERZAS Y EL MOVIMIENTO

1. Describir el movimiento (uniforme y no uniforme) de un objeto en términos de su posición, dirección y velocidad; describir los tipos generales de las fuerzas (p. ej., el peso como una fuerza debida a la gravedad, la fuerza de contacto, la de flotación, la de fricción); predecir los cambios en el movimiento (si los hay) de un objeto sobre la base de las fuerzas que actúan sobre él.
2. Explicar los fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad (p. ej., objetos que flotan o se hunden, globos que ascienden).
3. Demostrar conocimientos básicos sobre el trabajo y la función de máquinas simples (p. ej., palancas y rampas), usando ejemplos comunes.
4. Explicar la presión en términos de fuerza y superficie; describir los efectos relacionados con la presión (p. ej., presión atmosférica en función de la altitud, presión del océano en función de la profundidad, prueba de presión de gas en los globos, niveles de fluido).

## *Ciencias de la Tierra*

Ciencias de la Tierra se ocupa del estudio de la Tierra y de su lugar en el Sistema Solar y el Universo. Los temas que se tratan en la enseñanza y el aprendizaje de Ciencias de la Tierra cubren los campos de la Geología, Astronomía, Meteorología, Hidrología y Oceanografía, y están relacionados con conceptos de la Biología, Física y Química. Aunque no se imparten cursos por separado de Ciencias de la Tierra que cubran todos estos temas en todos los países, se espera que la comprensión relacionada con áreas temáticas de Ciencias de la Tierra esté incluida en un currículo de Ciencias que abarque Ciencias Físicas y Ciencias de la Vida o en cursos separados, tales como Geografía y Geología.

Aunque no existe una sola imagen de lo que constituye un currículo de Ciencias de la Tierra aplicable a todos los países, el Marco teórico de las Ciencias de TIMSS 2011



identifica las siguientes áreas temáticas que son universalmente consideradas importantes para los estudiantes de 2° de ESO, en lo que se refiere a su comprensión sobre el planeta en el que vivimos y su lugar en el universo:

- Estructura y características físicas de la Tierra.
- Procesos, ciclos e historia de la Tierra.
- Recursos de la Tierra, su uso y conservación.
- La Tierra en el Sistema Solar y en el Universo.

Se espera que los estudiantes de 2° curso de Educación Secundaria Obligatoria tengan algún conocimiento general sobre la estructura y características físicas de la Tierra. Se espera que demuestren el conocimiento de la estructura y las características físicas de la corteza, el manto y el núcleo de la Tierra, y que describan la distribución del agua en la Tierra, incluyendo su estado físico, composición y movimiento. Los estudiantes deben estar familiarizados con la abundancia relativa de los principales componentes del aire, y con los cambios en las condiciones atmosféricas en relación con la altitud.

En el área de los procesos, ciclos e historia de la Tierra, los alumnos deben facilitar una descripción basada en el concepto de ciclos y patrones. En particular, deberían ser capaces de describir con palabras o mediante diagramas el ciclo de las rocas y el agua; así como tener una idea de la magnitud de las escalas de tiempo, y describir algunos procesos físicos y fenómenos geológicos que han tenido lugar en la Tierra durante miles de millones de años. También se espera que los estudiantes interpreten y utilicen los datos o los mapas sobre los factores globales y locales de los patrones climáticos, y que diferencien los cambios diarios del tiempo y el clima general en varias regiones del mundo.

Deben ser capaces de demostrar el conocimiento de los recursos de la Tierra y su uso y conservación, proporcionando ejemplos de recursos renovables y no renovables, describiendo métodos de conservación y reciclaje, relacionando los métodos comunes de la agricultura y el uso de la tierra agrícola con los recursos de la tierra, tratando el tema de los factores relacionados con la oferta y la demanda de agua dulce.

Se espera que los estudiantes de 2° curso de ESO tengan algún conocimiento del Sistema Solar en términos de las distancias relativas, tamaños y movimientos del Sol, los planetas y sus lunas, y de cómo los fenómenos en la Tierra se relacionan con el movimiento de los cuerpos en el Sistema Solar. También se espera que los estudiantes comparen las características físicas de la Tierra, la Luna y otros planetas con respecto a su capacidad para sustentar la vida.

## CIENCIAS DE LA TIERRA: ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA TIERRA

1. Describir la estructura y las características físicas de la corteza, el manto y el núcleo de la Tierra tal y como se puede deducir por los fenómenos observables (p. ej., terremotos, volcanes); describir las características y usos de las rocas, minerales y suelos; describir la formación de los suelos.
2. Comparar el estado físico, el movimiento, la composición y la distribución relativa de agua en la Tierra.
3. Reconocer que la atmósfera de la Tierra es una mezcla de gases, y determinar la abundancia relativa de sus componentes principales; relacionar los cambios en las condiciones atmosféricas con la altitud.

## CIENCIAS DE LA TIERRA: PROCESOS, CICLOS E HISTORIA DE LA TIERRA

1. Describir en general los procesos que intervienen en el ciclo de las rocas; identificar o describir los procesos físicos y los principales eventos geológicos que han tenido lugar durante millones de años (p. ej., la erosión, la actividad volcánica, la formación de montañas, movimiento de las placas); explicar la formación de los fósiles y de los combustibles fósiles.
2. Hacer un diagrama o describir los procesos en el ciclo del agua de la Tierra, haciendo referencia al Sol como la fuente de energía; y describir el papel del movimiento de las nubes y del flujo de agua en la circulación y renovación del agua dulce en la superficie de la Tierra.
3. Comparar los climas estacionales en relación con la latitud, la altitud y la geografía; identificar o describir las causas de los cambios climáticos a corto y largo plazo (p. ej., las edades de hielo, el calentamiento global, erupciones volcánicas, cambios en las corrientes oceánicas); interpretar los datos del tiempo / mapas, y relacionar los cambios del clima local y los factores globales en términos tales como temperatura, presión, precipitación y velocidad y dirección del viento.

## CIENCIAS DE LA TIERRA: RECURSOS DE LA TIERRA, SU USO Y CONSERVACIÓN

1. Dar ejemplos de recursos renovables y no renovables; discutir las ventajas y desventajas de las diferentes fuentes de energía; describir los métodos de conservación de los recursos y los métodos de gestión de residuos (p. ej., el reciclado); relacionar

algunas de las preocupaciones ambientales con sus posibles causas y efectos (p. ej., la contaminación, el calentamiento global, la deforestación, la desertificación); describir las formas actuales en que la ciencia, la tecnología y el comportamiento humano se pueden utilizar para hacer frente a estas preocupaciones.

2. Explicar cómo los métodos comunes de agricultura y uso de la tierra de (p. ej., agricultura, silvicultura y minería) pueden afectar a los recursos de la tierra; describir cómo se obtiene agua dulce (p. ej., depuración, desalación, riego); explicar la importancia de la conservación del agua.

## CIENCIAS DE LA TIERRA: LA TIERRA EN EL SISTEMA SOLAR Y EN EL UNIVERSO

1. Explicar los fenómenos de la Tierra (día y noche, año, las estaciones en el hemisferio norte y en el sur, las mareas, las fases de la luna, los eclipses, el aspecto del Sol, la Luna, los planetas y constelaciones) en términos de los movimientos relativos, de las distancias y tamaños de la Tierra, la Luna y otros cuerpos dentro y fuera del Sistema Solar.
2. Comparar y contrastar las características físicas de la Tierra con la Luna y con otros planetas (p. ej., la atmósfera, temperatura, agua, distancia, el período de revolución del Sol, la capacidad de soporte de vida); reconocer el papel de la gravedad en el Sistema Solar (p. ej., las mareas, mantenimiento de los planetas y lunas en órbita, nuestra fuerza de tracción hacia la superficie de la Tierra).

## DOMINIOS COGNITIVOS DE CIENCIAS.

### 4º CURSO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y 2º CURSO DE ESO

Para responder correctamente a los ítems de prueba de TIMSS, los estudiantes deben estar familiarizados con el contenido de las Ciencias que se están evaluando, pero también necesitan recurrir a una serie de habilidades cognitivas. Describir estas habilidades desempeña un papel crucial en el desarrollo de una evaluación como TIMSS 2011, ya que son esenciales para garantizar que el estudio abarque toda la adecuada gama de habilidades cognitivas a través de los dominios de contenido que ya se han indicado.

Esta sección describe las destrezas y habilidades asociadas a la dimensión cognitiva, mientras que esta dimensión se divide en tres dominios sobre la base de lo que los estudiantes tienen que saber y hacer, al enfrentarse a los diversos ítems que evalúa TIMSS

2011. El primer dominio, conocimiento, cubre hechos, procedimientos y conceptos científicos que los estudiantes necesitan saber, mientras que el segundo dominio, la aplicación, se centra en la capacidad del alumno para aplicar los conocimientos y la comprensión conceptual a un problema de la ciencia. El tercer dominio, el razonamiento, va más allá de la solución de los problemas científicos rutinarios para abarcar situaciones desconocidas, contextos complejos, y problemas de varios pasos.

Estos tres dominios cognitivos se utilizan en ambos grados; sin embargo, los porcentajes varían entre 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO de acuerdo con el aumento de la capacidad cognitiva, la madurez, la instrucción, la experiencia, la amplitud y la profundidad de comprensión de los alumnos en el nivel de grado superior (véase la Tabla 8). Así, el porcentaje de ítems que implican el conocimiento es mayor en 4º curso de Educación Primaria, mientras que el porcentaje de ítems que exigen a los estudiantes participar en el razonamiento es más alto en 2º curso de ESO. Para 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO, cada dominio de contenido incluirá temas desarrollados para hacer frente a cada uno de los tres dominios cognitivos. Por ejemplo, el dominio de contenido de Ciencias de la Vida incluirá ítems de conocimiento, aplicación y razonamiento, al igual que los otros dominios.

**Tabla 8: Porcentajes objetivo de las especificaciones de la evaluación de Ciencias dedicados a los dominios cognitivos de TIMSS 2011, en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO**

Dominios cognitivos	Porcentajes	
	4º curso de E. Primaria	2º curso de ESO
Conocimiento	40%	35%
Aplicación	40%	35%
Razonamiento	20%	30%

Aunque se impone cierta jerarquía en la división de comportamientos en los tres dominios cognitivos, se esperan una serie de niveles de dificultad en los ítems desarrollados para cada uno de los dominios cognitivos. Las siguientes secciones describen con más detalle las habilidades y destrezas del estudiante que definen los dominios cognitivos. Las descripciones generales se acompañan de listas de comportamientos específicos alentados por los ítems que están alineados con cada dominio.

## Conocimiento

El conocimiento se refiere al saber que tienen de base de los estudiantes, sobre hechos, información, conceptos y herramientas de las Ciencias. El conocimiento factual exacto y de amplia base permite que los estudiantes se dediquen con más éxito a las actividades cognitivas más complejas, esenciales para la ciencia. Se espera que recuerden o reconozcan exposiciones científicas exactas; que posean el conocimiento del vocabulario, hechos, información, símbolos y unidades; y que seleccionen los aparatos, equipos, instrumentos de medida y operaciones experimentales apropiadas para ser utilizadas al realizar las investigaciones. Este dominio cognitivo incluye también la selección de ejemplos ilustrativos en apoyo de la exposición de hechos o conceptos.

<b>1</b>	<b>Recordar / reorganizar</b>	Efectuar o identificar exposiciones exactas sobre hechos, relaciones, procesos y conceptos de la ciencia; identificar las características o propiedades de organismos, materiales y procesos específicos.
<b>2</b>	<b>Definir</b>	Proporcionar o identificar definiciones de términos científicos; reconocer y utilizar vocabulario, símbolos, abreviaturas, unidades y escalas científicas en contextos relevantes.
<b>3</b>	<b>Describir</b>	Describir organismos, materiales físicos y procesos científicos que demuestran el conocimiento de propiedades, estructuras, funciones y relaciones.
<b>4</b>	<b>Ilustrar con ejemplos</b>	Apoyar o aclarar exposiciones de hechos o conceptos con ejemplos apropiados; identificar o proporcionar ejemplos específicos para ilustrar el conocimiento de conceptos generales.
<b>5</b>	<b>Demostrar el conocimiento de instrumentos científicos</b>	Demostrar el conocimiento necesario para utilizar aparatos, equipos, herramientas, dispositivos de medida y balanzas científicas.

## Aplicación

Las preguntas en este dominio cognitivo están diseñadas para evaluar la aplicación directa del conocimiento y la comprensión de las Ciencias en situaciones sencillas. Para medir la aplicación, TIMSS 2011, incluirá ítems que exigen a los estudiantes comparar, contrastar y clasificar; interpretar la información científica a la luz de un concepto o principio de la ciencia, y utilizar y aplicar su comprensión de conceptos y principios científicos para encontrar una solución o desarrollar una explicación. Los ítems alineados con este dominio cognitivo también pueden implicar la aplicación directa o la demostración de

relaciones, ecuaciones y fórmulas en contextos que probablemente serán conocidos en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos. Se incluyen tanto los problemas cuantitativos que requieren una solución numérica como los problemas cualitativos que requieren una respuesta descriptiva por escrito. Al proporcionar explicaciones, los estudiantes deben ser capaces de utilizar diagramas o modelos para ilustrar las estructuras y las relaciones y demostrar el conocimiento de los conceptos científicos.

<b>1</b>	<b>Comparar / contrastar / clasificar</b>	Identificar o describir similitudes y diferencias entre grupos de organismos, materiales o procesos; distinguir, clasificar y ordenar objetos individuales, materiales, organismos y procesos basándose en determinadas características o propiedades.
<b>2</b>	<b>Utilizar modelos</b>	Utilizar un diagrama o modelo para demostrar la comprensión de un concepto, estructura, relación, proceso o sistema científico o de un ciclo (p. ej., la red de la alimentación, el ciclo del agua, el sistema solar, la estructura atómica).
<b>3</b>	<b>Relacionar</b>	Relacionar el conocimiento de un concepto biológico o físico subyacente con una propiedad observada o inferida, así como de un comportamiento o del uso de objetos, organismos o materiales.
<b>4</b>	<b>Interpretar la información</b>	Interpretar información de texto; tabular o hacer una gráfica a la luz de un concepto o principio científico.
<b>5</b>	<b>Encontrar soluciones</b>	Identificar o utilizar una relación, ecuación o fórmula científica para encontrar una solución cualitativa o cuantitativa que implique la aplicación / demostración directa de un concepto.
<b>6</b>	<b>Explicar</b>	Proporcionar o identificar una explicación de una observación o fenómeno natural, demostrando la comprensión del concepto, principio, ley o teoría subyacentes.

## **Razonamiento**

El razonamiento está implicado en las tareas más complejas relacionadas con la ciencia. Un objetivo fundamental de la educación en Ciencias consiste en preparar a los alumnos para que realicen razonamientos para resolver problemas, desarrollar explicaciones, extraer conclusiones, tomar decisiones y ampliar su conocimiento aplicándolo a las nuevas situaciones. Además de las implementaciones más directas de los conceptos científicos, por ejemplo en el dominio de aplicación, algunas situaciones de resolución de problemas implican contextos no conocidos o más complicados que exigen a los estudiantes razonar mediante principios científicos y proporcionar una respuesta. Las soluciones pueden implicar desglosar un problema en sus componentes, cada uno de los cuales suponga la aplicación de un concepto o relación de la ciencia. Se puede pedir a los

estudiantes que analicen un problema para determinar qué principios subyacentes están involucrados; diseñar y explicar estrategias para la resolución de problemas; seleccionar y aplicar las ecuaciones, fórmulas, relaciones o técnicas analíticas; y evaluar sus soluciones. Las soluciones correctas a estos problemas pueden surgir de una variedad de enfoques o estrategias, y desarrollar la capacidad para considerar estrategias alternativas es un importante objetivo educativo en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.

Se puede pedir que extraigan conclusiones de datos y hechos científicos, proporcionando evidencias de razonamiento inductivo y deductivo y de una comprensión de la investigación de causa y efecto. Se espera que evalúen y tomen decisiones, ponderen ventajas y desventajas de materiales y procesos alternativos, consideren las repercusiones de diferentes esfuerzos científicos y evalúen soluciones a los problemas. Al llegar a 2º curso de ESO, en particular, los estudiantes deben considerar y evaluar explicaciones alternativas, ampliar conclusiones a nuevas situaciones y justificar las explicaciones basándose en la evidencia y en la comprensión de las Ciencias. También hay que emplear un considerable razonamiento científico en el desarrollo de hipótesis y en la designación de las investigaciones científicas diseñadas para poner a prueba estas hipótesis, y en el análisis y la interpretación de los datos. Las capacidades en estas áreas se introducen a un nivel muy básico en Educación Primaria y después se desarrollan a medida que la educación en Ciencias avanza en la Educación Secundaria.

Algunos ítems en este dominio cognitivo pueden centrarse en conceptos unificados y conceptuales importantes, haciendo que los alumnos unan su conocimiento y comprensión de diferentes áreas y los apliquen a nuevas situaciones. En este sentido, pueden involucrarse en la integración de Matemáticas y Ciencias o en la integración y síntesis de conceptos a través de los dominios de Ciencias.

1	<b>Analizar</b>	Analizar los problemas para determinar las relaciones, conceptos y pasos para la resolución de los problemas adecuados; desarrollar y explicar las estrategias para la resolución de los problemas.
2	<b>Integrar / Sintetizar</b>	Proporcionar soluciones a los problemas que requieran la consideración de un número de factores diferentes o conceptos relacionados; hacer asociaciones o conexiones entre conceptos en diferentes áreas de la ciencia; demostrar la comprensión de conceptos y temas unificados a través de los dominios de la ciencia; integrar conceptos o procedimientos matemáticos en las soluciones a los problemas de Ciencias.
3	<b>Elaborar hipótesis / predecir</b>	Combinar el conocimiento de conceptos de Ciencias con información de la experiencia o la observación para formular preguntas que se puedan contestar mediante la investigación; formular hipótesis como suposiciones que se puedan comprobar utilizando el conocimiento como consecuencia de la observación y/o el análisis

		de la información científica y la comprensión conceptual; efectuar predicciones sobre los efectos de los cambios en las condiciones biológicas o físicas a la luz de la evidencia y de la comprensión científica.
<b>4</b>	<b>Diseño</b>	Diseñar o planificar las investigaciones apropiadas para contestar a cuestiones científicas o para poner a prueba hipótesis; describir o reconocer las características de las investigaciones bien diseñadas en términos de variables que hay que medir y controlar y de relaciones causa-efecto; efectuar decisiones sobre las mediciones o los procedimientos a utilizar al realizar las investigaciones.
<b>5</b>	<b>Extraer conclusiones</b>	Detectar modelos en los datos, describir o resumir las tendencias de los datos, e interpolar o extrapolar a partir de datos o de determinada información; efectuar inferencias válidas sobre la base de la evidencia y/o de la comprensión de los conceptos de la ciencia; extraer conclusiones apropiadas que se refieran a cuestiones o hipótesis, y demostrar que se comprenden las relaciones causa-efecto.
<b>6</b>	<b>Generalizar</b>	Llegar a conclusiones que vayan más allá de las condiciones experimentales o dadas, y aplicar conclusiones a nuevas situaciones; determinar fórmulas generales para expresar relaciones físicas.
<b>7</b>	<b>Evaluar</b>	Ponderar las ventajas y desventajas para realizar decisiones sobre procesos, materiales y recursos alternativos; considerar los factores científicos y sociales para evaluar el impacto de la ciencia y la tecnología sobre los sistemas biológicos y físicos; evaluar explicaciones alternativas, estrategias y soluciones para la resolución de problemas; evaluar los resultados de las investigaciones con respecto a la suficiencia de los datos para apoyar las conclusiones.
<b>8</b>	<b>Justificar</b>	Utilizar la evidencia y comprensión científica para justificar explicaciones y soluciones a los problemas; elaborar argumentos para apoyar la medida en que son razonables las soluciones a los problemas, conclusiones de las investigaciones o explicaciones científicas.

## INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN TIMSS 2011

En el Marco teórico de las Ciencias de TIMSS 2011, los procesos de investigación científica son aceptados como aspectos fundamentales de los conocimientos científicos inherentes a todos los campos de la ciencia y tienen componentes tanto de contenido como de destrezas. Los ítems y tareas que evalúan estos procesos requieren que los estudiantes demuestren el conocimiento de las herramientas y métodos necesarios para hacer ciencia, que apliquen este conocimiento para participar en investigaciones científicas y utilicen la comprensión de las Ciencias para proponer explicaciones basadas en la evidencia. En TIMSS, estos ítems no se consideran libres de contexto, sino que se sitúan siempre en el



de los objetivos de contenido (Biología, Química, etc.) e implican la gama completa de destrezas y comportamientos especificados en los dominios cognitivos.

Se espera que los estudiantes de 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO posean algunos conocimientos generales de la naturaleza de la ciencia y de la investigación científica, incluyendo el hecho de que el conocimiento científico está sujeto a cambios, la importancia de utilizar diferentes tipos de investigaciones científicas para la verificación de los conocimientos científicos, el uso de "métodos científicos" básicos, la comunicación de los resultados y la interacción de Ciencia, Matemáticas y Tecnología. Además de este conocimiento general, los alumnos deberán demostrar destrezas y habilidades implicadas en cinco aspectos principales del proceso de investigación científica:

- Formulación de preguntas e hipótesis.
- Diseño de las investigaciones.
- Representación de datos.
- Analizar e interpretar los datos.
- Extraer conclusiones y desarrollar explicaciones.

Estos aspectos de la investigación científica son apropiados para ambos cursos, pero la comprensión y la capacidad que tienen que demostrar aumenta, en cuanto a su complejidad, a medida que avanzan por el sistema educativo, lo que refleja el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

El aprendizaje de Ciencias en 4º curso de Educación Primaria se centra en la observación y la descripción, y se espera que los alumnos de este curso sean capaces de formular preguntas que se puedan responder en base a observaciones o información obtenida sobre el mundo natural. Para obtener evidencias para responder a estas preguntas, deben demostrar una comprensión de lo que constituye una "prueba imparcial", y ser capaces de describir y llevar a cabo una investigación basada en la realización de observaciones / mediciones sistemáticas utilizando herramientas, equipos y procedimientos simples. También se espera que representen sus conclusiones utilizando tablas y diagramas simples, que identifiquen las relaciones simples y que describan brevemente los resultados de sus investigaciones. Se espera que las conclusiones extraídas de las investigaciones en 4º curso se redacten como una respuesta a una pregunta específica.

En 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria, los estudiantes deben demostrar un enfoque más formalizado a la investigación científica que implique más evaluación y toma de decisiones. Se espera que sean capaces de formular una hipótesis o de realizar una

predicción basándose en la observación o el conocimiento científico que puede ser probado por la investigación. Se espera que sean capaces de demostrar una comprensión de causa-efecto y la importancia de especificar las variables a controlar y modificar en investigaciones bien diseñadas. Igualmente se les puede pedir que tomen decisiones sobre las medidas a adoptar y los equipos y procedimientos a utilizar. Además, se espera que los estudiantes de este nivel hagan un uso apropiado de la terminología, unidades, precisión, formato y escalas. También deben demostrar destrezas avanzadas de análisis de datos en la selección y aplicación de las técnicas matemáticas apropiadas y en la descripción de patrones en los datos. Debe esperarse que los estudiantes de 2º curso de ESO evalúen los resultados de su investigación con respecto a la suficiencia de sus datos para apoyar conclusiones que se refieran a la cuestión o hipótesis de la investigación.

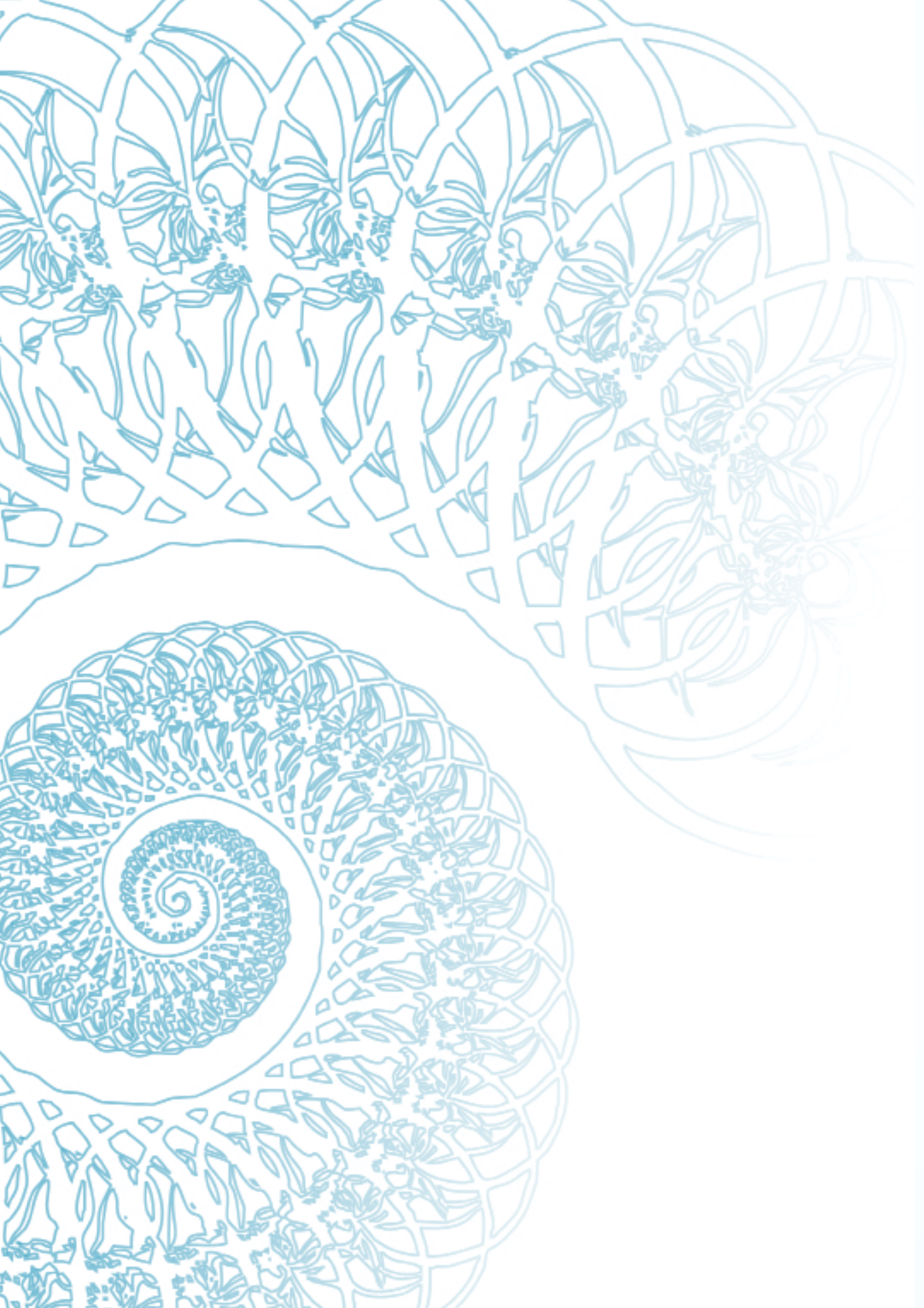
La evaluación de la capacidad tanto del alumnado de 4º curso de Educación Primaria como del de 2º curso de la Educación Secundaria Obligatoria para dar explicaciones basadas en la evidencia de las investigaciones científicas, proporciona otra medida de su comprensión y aplicación de los conceptos relacionados con la ciencia. En 2º curso de ESO, se espera que los alumnos puedan explicar la relación causa-efecto que se da entre distintas variables a la luz de los conocimientos científicos. En este nivel, los estudiantes también pueden empezar a considerar explicaciones alternativas y aplicar o ampliar sus conclusiones a las nuevas situaciones.



# TIMSS 2011 Marco teórico del contexto

Capítulo

3



# Capítulo 3

## TIMSS 2011: Marco teórico del contexto

### VISIÓN GENERAL

Este capítulo proporciona la base para la información, que se recoge a través de los cuestionarios de contexto de TIMSS entregados tanto a los alumnos, como a los profesores y directores o jefes de estudios de los centros. Los países participantes también completaron cuestionarios sobre el contexto y el currículo nacional para la enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias. Como el aprendizaje tiene lugar dentro de un contexto y no de manera aislada, TIMSS hace todo el esfuerzo posible para obtener información sobre los principales factores que fomentan la mejora de estas dos disciplinas. Los cuestionarios se centran en los procedimientos y las prácticas que han demostrado ser eficaces para aumentar el rendimiento en ellas. De esta manera, los países pueden evaluar mejor sus resultados en TIMSS, en términos de la prevalencia de la situación en los hogares, en el centro o en la práctica de la enseñanza por países, referida al rendimiento del estudiante.

Hay numerosos factores contextuales que afectan al aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, el tipo de escuela, los recursos escolares, los métodos de enseñanza, las características del profesor, las actitudes de los estudiantes y la ayuda al aprendizaje en sus hogares contribuyen en gran medida, al aprendizaje y al logro de los estudiantes. Para una apreciación más completa sobre lo que significan los resultados en cuanto a rendimiento de TIMSS, y sobre cómo se pueden utilizar para mejorar el aprendizaje, es importante entender los contextos en los que tiene lugar. TIMSS recoge una serie de elementos de información, para cada ciclo, acerca de estos contextos de aprendizaje, junto con la evaluación del rendimiento de los estudiantes en Matemáticas y Ciencias. Así como, los marcos de las Matemáticas y las Ciencias describen lo que debe evaluarse en esas áreas, el marco contextual identifica las principales características del contexto educativo y social

que se estudiarán con el fin de mejorar el aprendizaje del estudiante.

Los alumnos, en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria, han conseguido un elevado aprendizaje de Matemáticas y Ciencias en el centro y en el hogar, influenciados en parte por las experiencias fuera del centro escolar. El contexto del centro, el aula y el hogar, interrelacionados, pueden crear ambientes eficaces para el aprendizaje. Para reflejar esta situación, el Marco teórico de contexto de TIMSS 2011 abarca cuatro grandes áreas:

- Contextos nacional y de la comunidad.
- Contextos escolares.
- Contextos en el aula.
- Características y actitudes de los estudiantes.

## EL MODELO CURRICULAR DE TIMSS

Basándose en la experiencia de la IEA y de los ciclos anteriores de esta evaluación, TIMSS 2011 utiliza el currículo, como un concepto importante en la organización, al considerar cómo se ofrecen las oportunidades educativas y los factores que influyen y en cómo estas oportunidades se utilizan con eficacia. Examina los objetivos curriculares, cómo se organiza el sistema educativo para facilitar la puesta en práctica de estos objetivos y cómo se alcanzan efectivamente estos objetivos.

A nivel nacional y comunitario, por ejemplo, los sistemas de valores de las personas, la demografía de la población y la cantidad de recursos disponibles constituyen elementos que pueden influir en la magnitud de los contenidos de Matemáticas y Ciencias, que las sociedades pretenden que aprendan sus alumnos y también, en los contextos en los que se produce el aprendizaje. Una organización escolar eficaz y un entorno escolar cooperativo y seguro facilitan la aplicación del currículo previsto. Eso también es válido en lo que se refiere a unos profesores motivados, unas clases bien equipadas y una atmósfera de clase que facilite el apoyo a los estudiantes. Por otra parte, unas estrategias de enseñanza efectivas, la disponibilidad y el uso de la tecnología, así como la cobertura de los contenidos curriculares, contribuyen a lograr con éxito los objetivos curriculares.

Los estudiantes varían en cuanto a los requisitos previos relativos a sus conocimientos, destrezas y apoyo que reciben de sus hogares, así como en su motivación e interés para

aprender Matemáticas y Ciencias. El éxito de centros y profesores en la aplicación del currículo y su aportación al aprendizaje del estudiante, está influenciado por los requisitos previos que los estudiantes aportan, así como por sus actitudes hacia el aprendizaje.

Para comprender mejor los factores contextuales que afectan a los estudiantes en el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias, TIMSS utiliza información de múltiples fuentes. Para proporcionar información sobre los contextos nacionales que conforman el contenido y la organización del currículo previstos, al igual que, los procesos de toma de decisiones políticas, TIMSS publica *TIMSS Encyclopedia* (Mullis, Martin Olson, Berger, de Milne, y Stanco, 2008). La Enciclopedia TIMSS 2011 será una colección de descripciones de las dos asignaturas en los países participantes; también incluirá una introducción que se centrará en los contextos nacionales para el apoyo y la aplicación de los currículos de estas dos asignaturas y en las políticas entre los países sobre la base de las respuestas a cuestionarios respecto al currículo. Para obtener información, sobre los factores relativos al centro escolar, al aula, y a los estudiantes a los que se enseña Matemáticas y Ciencias, así como sobre las características y las actitudes de los estudiantes, TIMSS 2011 recogerá información relativa al historial de los estudiantes examinados, sus profesores y directores o jefes de estudios (todo ello a través de cuestionarios). Los países que participan tanto en TIMSS como en PIRLS en 4º curso de Educación Primaria tienen una oportunidad especial para recopilar información de los padres o tutores de los estudiantes.

## CONTEXTOS NACIONALES Y COMUNITARIOS

Los factores culturales, sociales, políticos y económicos proporcionan el contexto para el sistema educativo de un país y para su currículo de Matemáticas y Ciencias. Las decisiones sobre la organización educativa, estructura, recursos, instalaciones, capacitación docente y currículo se han separado de lo que realmente se enseña. El éxito que tiene un país a la hora de impartir con eficacia Matemáticas y Ciencias depende del valor que se asigne a ambas disciplinas en la sociedad, de los recursos disponibles y de los mecanismos a los que puede acudir para proporcionar contextos eficaces para el aprendizaje.

### *Demografía y Recursos*

Las características de la población de un país y de su economía nacional pueden tener un gran impacto sobre la facilidad o dificultad relativas de proporcionar contextos eficaces



para el aprendizaje de las Matemáticas y las Ciencias, y sobre la disponibilidad y el alcance de los recursos necesarios. El gran tamaño geográfico de un país puede crear dificultades para un currículo uniforme y riguroso, al igual que una población muy elevada. Tener recursos económicos permite disponer de mejores instalaciones para la educación y tener un mayor número de profesores y administradores debidamente capacitados. También, proporciona la oportunidad de invertir más ampliamente en educación a través de programas de la comunidad y haciendo que los materiales y la tecnología estén disponibles más fácilmente en las aulas y hogares.

Los países, con una población grande y diversa y pocos recursos materiales y humanos se enfrentan generalmente a mayores retos que aquellos que se encuentran en circunstancias más favorables (Bos, Schwippert, y Stubbe, 2007; Gradstein y Schiff, 2004; Kirsch, Braun, Yamamoto, y la suma de 2007; Taylor y Vinjevoid, 2000; Trong, 2009). A nivel nacional y local, la diversidad de idiomas utilizados, los niveles de alfabetización de adultos y otros elementos demográficos sociales y sanitarios pueden influir en la dificultad de la tarea educativa. El cambio en la población debido a la migración dentro y fuera de las fronteras nacionales también puede afectar a las prioridades en la política educativa y requerir recursos adicionales.

### ***Organización y estructura del sistema educativo***

El desarrollo curricular implica tener en cuenta la sociedad a la cual sirve el sistema educativo. El currículo refleja las necesidades y aspiraciones de los estudiantes, la naturaleza y la función del aprendizaje, y es importante para la formulación de declaraciones sobre lo que aprenden. En la comprensión del currículo es importante saber quién toma las decisiones, qué tipo de decisiones se toman y cómo se comunican las decisiones a la comunidad educativa.

La manera en que se han establecido las políticas educativas y cómo se han aplicado influye en cómo operan los centros escolares, y en el éxito que obtendrán en la consecución de los objetivos curriculares y educativos. Algunos países tienen sistemas de educación muy centralizados, en los que la mayoría de las decisiones relativas a la política y al currículo se realizan en el nivel nacional o regional, y hay una gran uniformidad en la educación en términos de currículo, libros de texto y políticas generales. Otros países tienen sistemas mucho más descentralizados, en los que muchas de las decisiones importantes se toman a nivel local y de centro, lo cual produce una mayor variación en la forma de funcionamiento de los mismos y en la manera en que se imparte la enseñanza.

La forma en que los alumnos pasan por las aulas (también conocida como “student flow”) es una característica de los sistemas de educación que varía según los países (Martin, Mullis, y Foy, 2008; Mullis, Martin, y Foy, 2008). Para considerar un buen rendimiento en 4º curso de Educación Primaria es importante tener en cuenta, la edad de ingreso en la escolarización oficial, y la edad en que comienza la instrucción formal. Debido a la complejidad de las demandas cognitivas, los estudiantes de los países que inician su educación formal a una edad más temprana no comienzan necesariamente a recibir instrucción formal en Matemáticas, y particularmente en Ciencias, en su primer año de escolaridad. En 2º curso de ESO, además de la comprensión de las políticas de promoción y retención, es importante disponer de información sobre el tipo de alumnos que han asistido en Educación Primaria y Secundaria y sobre el hecho de si la instrucción se organizó en un programa de seguimiento completo de estudio. La presencia de un sistema de exámenes con consecuencias para poder optar a un programa o para pasar a otro curso, puede tener una influencia significativa sobre cómo aprenden los estudiantes. Los cambios estructurales previstos o recientes en el sistema educativo, y su eficacia para mejorar el aprendizaje y la instrucción en Matemáticas y Ciencias son también de especial interés.

### ***El currículo de Matemáticas y Ciencias***

La forma en que se documentó el currículo y cómo se organiza la implantación del currículo en los niveles de Educación Primaria y Secundaria tiene un impacto significativo sobre las oportunidades de los estudiantes para aprender Matemáticas y Ciencias. Los documentos curriculares definen y comunican las expectativas para los estudiantes en términos de los conocimientos, habilidades y actitudes a desarrollar o adquirir a través de su educación formal. La naturaleza y el alcance de los objetivos que hay que alcanzar en Matemáticas y Ciencias son importantes para los responsables políticos y para los especialistas en currículo de todos los países. También, es importante la forma en que estos objetivos se mantienen al día, frente a los avances científicos y tecnológicos, y cómo cambian las demandas y expectativas de la sociedad y de los centros de trabajo. Como tema relacionado, los documentos curriculares pueden incluir las políticas sobre uso de la tecnología (p. ej., calculadoras, ordenadores o Internet) en los centros y en las aulas.

Aunque el dominio de la asignatura es un foco de atención importante en los planes de estudios de Matemáticas y Ciencias en la mayoría de los países, estos difieren considerablemente en la forma en que lo definen para cada asignatura, y en la forma que el currículo especifica cómo debe ser alcanzado el dominio. Por ejemplo, la adquisición de competencias básicas, reglas, procedimientos o memorización, comprensión de conceptos

matemáticos, aplicación de las Matemáticas a situaciones de la vida real, comunicación o razonamiento matemático y resolución de problemas en todas las situaciones diarias o nuevas, son enfoques a la enseñanza de las Matemáticas que se han defendido en los últimos años y que se utilizan en diversos grados en diferentes países. En Ciencias, centrarse en la adquisición de los hechos básicos de la ciencia, en la comprensión y aplicación de los conceptos de la ciencia, en el énfasis en la formulación de una hipótesis, en el diseño y realización de investigaciones para poner a prueba hipótesis y en la comunicación de las explicaciones científicas, son estrategias de enseñanza en las que se hace hincapié en algunos países más que en otros.

A nivel de centro, la importancia relativa y la cantidad de tiempo especificado para las Matemáticas, las Ciencias y otras asignaturas, a través de los distintos niveles puede afectar en gran medida a las oportunidades de aprender. Prácticas tales como el seguimiento y el *streaming* pueden exponer a los alumnos a un currículo diferente. En Ciencias, la enseñanza de los componentes principales de las Ciencias, como materias independientes, puede dar lugar a diferentes experiencias de los estudiantes en comparación con un enfoque basado en una sola asignatura.

Muchos países cuentan con sistemas de seguimiento y evaluación de la aplicación del currículo y para evaluar la situación de sus sistemas de educación. Comúnmente, los métodos utilizados incluyen pruebas estandarizadas regionales o nacionales, inspección escolar y auditorías. Los responsables de la política educativa, también pueden trabajar en colaboración con la comunidad escolar (o con subpoblaciones seleccionadas) para desarrollar, aplicar y evaluar el currículo. Además, muchos países dan formación a los profesores en enfoques pedagógicos y de contenido especificados en el currículo. Esta formación puede ser una parte integral del currículo de formación del profesorado, o puede ser incluida en los programas de desarrollo profesional para los profesores en ejercicio. La aplicación del currículo, también puede apoyarse a través del desarrollo y uso de materiales de enseñanza, incluyendo libros de texto, guías didácticas y notas ministeriales que estén adaptados específicamente al currículo.

## LOS CENTROS

El entorno y la organización de una escuela influyen en la facilidad y la eficacia de la aplicación de los objetivos curriculares. Aceptando que una escuela eficaz, no es simplemente una colección de atributos discretos, sino más bien, un sistema integrado y bien gestionado donde cada acción o política afecta directamente a todas las demás partes.

TIMSS hace hincapié en un conjunto de indicadores de calidad de los centros, que la investigación ha demostrado que caracterizan a centros eficaces que a su vez tienen éxito en la consecución de los objetivos curriculares.

### ***Características del centro***

El tamaño del centro, su ubicación y las características de los estudiantes tienen repercusiones respecto a cómo funciona el sistema escolar. No hay un acuerdo claro entre los investigadores y los educadores acerca de lo que constituye una escuela pequeña o grande. La investigación ha demostrado que los centros pequeños son comunidades de aprendizaje más íntimas. Los centros pequeños tienden a proporcionar un ambiente más seguro y se caracterizan por un mejor sentido de la comunidad (Hill y Christensen, 2007; Klonsky, 2002; Wasely, Fine, Gladden, Holand, King, Mosak y Powell, 2000). Los centros, sin embargo, deben ser suficientemente grandes como para ser rentables, y proporcionar una infraestructura de apoyo, como bibliotecas, laboratorios y gimnasios, pero no tan grandes como para tener un peso excesivo, bajo un punto de vista de su organización (Martin, Mullis, Gregory, Hoyle y Shen, 2000).

Los centros escolares de barrios económicamente deprimidos, pueden proporcionar un ambiente menos favorable para el aprendizaje que los centros en áreas de alto nivel económico. En algunos países, las que se encuentran en zonas urbanas pueden proporcionar un entorno más favorable, debido a condiciones de mejor dotación de personal y al hecho de que la población estudiantil procede de entornos económicos más favorecidos (Erberber, 2009; Johansone, 2009). Además, los centros en estos lugares pueden tener un mejor acceso a los recursos comunitarios (museos, bibliotecas, etc.) Por el contrario, los centros en las áreas urbanas de otros países se encuentran en barrios con una pobreza considerable y poco apoyo de la comunidad (Darling-Hammond, 1996).

### ***Organización escolar para la enseñanza***

Ya sea como parte de un sistema educativo del país, de la comunidad, o como consecuencia de decisiones tomadas al nivel de centro, la enseñanza de Matemáticas y Ciencias se lleva a cabo dentro de ciertas limitaciones organizativas. Por ejemplo, TIMSS descubrió que el tiempo de instrucción y, en particular, el tiempo dedicado a las Matemáticas y las Ciencias, puede influir en el rendimiento. Otras políticas a nivel de centro,

como los acuerdos de grupo, pueden afectar al rendimiento indirectamente al influir en las interacciones sociales en el aula y en la motivación que tienen los estudiantes para aprender (Saleh, Lazonder y De Jong, 2005).

El director del centro desempeña un papel fundamental en el desarrollo de las comunidades de aprendizaje profesional (Louis, Kruse y Raywid, 1996). La investigación ha demostrado que el estilo de liderazgo tiene un efecto indirecto en el rendimiento estudiantil (Bruggenkate, 2009); implicando generalmente una articulación clara de la misión del centro y del currículo de gestión, pero puede tener diferentes dimensiones (Davies, 2009; Marzano, Waters y McNulty, 2005; Robinson, 2007). Un director eficaz aporta coherencia a las complejidades de la escolarización alineando la estructura y la cultura del centro con su propósito básico (Dufour, Ekar y Dufour, 2005). Esto incluye guiar al centro en el establecimiento de direcciones y en la búsqueda de oportunidades futuras, controlar el logro de los objetivos del centro, y crear y mantener un ambiente de aprendizaje eficaz y un clima escolar positivo.

### ***El clima escolar para el aprendizaje***

El clima escolar se compone de muchos factores, incluidos los valores, las culturas, las prácticas de seguridad y las estructuras organizativas que hacen que una escuela funcione y reaccione de determinadas formas. El respeto de los estudiantes y profesores; un ambiente seguro y ordenado; así como las interacciones constructivas entre los administradores, profesores, padres y alumnos, contribuyen a un clima escolar positivo y conducen a un logro académico más alto (Greenberg, Skidmore y Rhodes, 2004). Para fines de validación, es importante recopilar información sobre el clima escolar percibido, tanto por los alumnos como por los profesores y los directores.

A pesar de que un ambiente escolar ordenado y seguro no garantiza, por sí mismo, alto nivel de rendimiento por parte de los estudiantes, el aprendizaje puede ser más difícil en los centros donde la disciplina sea un problema, donde los estudiantes falten o lleguen tarde regularmente a clase, o cuando temen lesiones o pérdidas de propiedades personales (Osher, Dwyer y Jimerson, 2006). La sensación de seguridad que proporciona, el no tener problemas de comportamiento y poca o ninguna preocupación por la seguridad de estudiantes o profesores en el centro, promueve un ambiente de aprendizaje estable.

La investigación ha demostrado que una buena asistencia de estudiantes y profesores se relaciona con un mayor rendimiento. Si los estudiantes no asisten al centro escolar con regularidad, se reducen drásticamente sus oportunidades de aprender. Anteriores

investigaciones de TIMSS, han demostrado que los estudiantes tienen menor rendimiento en centros donde los directores informan de problemas de asistencia. Igualmente, las ausencias de los profesores tienen un impacto en el rendimiento estudiantil, en el sentido, de reducir las oportunidades de los alumnos para aprender, y que la ausencia de los profesores o su absentismo antes de que acabe el curso escolar sea un problema cada vez mayor (Abadzi, 2007; Clotfelter, Ladd, y Vigdor, 2007; Miller, Murnane, y Willett, 2007). El ambiente escolar se ve también favorecido, cuando los miembros del personal del centro muestran una actitud positiva hacia el alumnado, colaboran en las actividades curriculares y extracurriculares y participan en su desarrollo profesional.

### ***Profesorado***

La investigación atribuye buena parte del éxito de los directores de centros a las oportunidades de desarrollo profesional que ofrecen para su personal, en particular el personal docente. El desarrollo profesional de los profesores es de vital importancia para cualquier intento de cambiar o reformar un sistema educativo. Si los profesores no participan en actividades de desarrollo profesional, se arriesgan a no estar informados sobre novedades importantes para la educación y para sus áreas temáticas que se hayan producido desde que recibieron su formación inicial. Los directores eficaces son más creativos a la hora de encontrar maneras de asegurar los recursos necesarios para poner oportunidades de desarrollo profesional a disposición de sus profesores (Cotton, 2003).

El objetivo general de la evaluación de los profesores consiste en salvaguardar y mejorar la calidad de la formación recibida por los estudiantes. Hay muchas maneras de evaluar a los profesores. Una de las formas que tienen los directores de ser eficaces es observar las aulas y hacer comentarios a los profesores sobre su forma de enseñanza (Butler, 1997). Otros métodos utilizados para evaluar la calidad de los profesores son la revisión por parte de otros profesores y el seguimiento del rendimiento de los alumnos. Sin embargo, los directores eficaces no sólo controlan e informan sobre los datos de progreso de los estudiantes, sino que, también se aseguran de que estos elementos se empleen para mejorar la formación.

### ***Recursos del centro***

La medida y la calidad de los recursos del centro también son fundamentales para una

enseñanza de calidad (Greenwald, Hedges y Laine, 1996; Lee y Barro, 2001). Pueden ser recursos básicos, como por ejemplo, profesores capacitados o espacio adecuado en las aulas, recursos menos esenciales, pero beneficiosos, como unos muebles y un entorno cómodos.

La enseñanza y el aprendizaje pueden facilitarse mediante la asignación de las instalaciones, materiales y equipos necesarios para alcanzar los objetivos de aprendizaje específicos. Los resultados de TIMSS indican que los alumnos en los centros que están bien dotados de recursos en general, tienen un mayor rendimiento que los de los centros donde la escasez de recursos afecta a la capacidad para aplicar el currículo. Hay dos tipos de recursos -generales y específicos para una determinada asignatura -que afectan a la implantación del currículo. Los recursos generales incluyen los materiales de enseñanza, el presupuesto para útiles escolares, los edificios, la calefacción / refrigeración y sistemas de iluminación y espacio en la clase. Los recursos específicos para Matemáticas y Ciencias incluyen ordenadores, software, calculadoras, equipos y materiales de laboratorio, materiales de la biblioteca y recursos audiovisuales.

Aunque los ordenadores están, sin duda, cambiando el panorama educativo, los centros operan con recursos limitados, y la asignación de dinero, tiempo y espacio para la tecnología puede desviar los escasos recursos de otras prioridades, como el aumento de los salarios de los docentes y el desarrollo profesional de los mismos, la reducción de ratios profesor-alumno y el suministro de recursos didácticos incluyendo equipos y espacio de laboratorio. Aunque la investigación sobre la eficacia de la tecnología en la clase es, de hecho, poco concluyente, hay evidencia que indica que el acceso y el uso de equipo informático tiene un impacto positivo en el rendimiento estudiantil (Laffey, Espinosa, Moore y Lodree, 2003). El uso eficaz de la tecnología requiere una formación profesional adecuada de profesores, estudiantes y personal del centro. El uso de ordenadores también se puede mejorar mediante el acceso a Internet para fines educativos. Los factores que limitan el uso del ordenador son la falta de software y hardware adecuado, software que no es congruente con el currículo, la falta de formación y apoyo del profesorado y la falta de fondos para la reparación y mantenimiento de los ordenadores.

### ***Participación de los padres***

El éxito de una escuela puede estar muy influido por una actitud de cooperación entre los administradores escolares, maestros y padres de familia (National Education Association, 2008). Un significativo número de investigaciones indican que, cuando los padres toman

parte en la educación de sus hijos, el resultado es un aumento en el rendimiento académico de los alumnos y una mejor actitud general hacia el centro (Dearing, Kreider, y Weiss, 2008). La cooperación entre el centro escolar y el hogar, sin embargo, requiere una labor de divulgación por parte del centro. Los centros con éxito se comunican con los padres de sus comunidades y les proporcionan las oportunidades y la estructura necesarias para que se involucren (Epstein, 2001; Sheldon y Epstein, 2005). La participación de los padres puede ir, desde el voluntariado en excursiones escolares y recaudación de fondos, hasta estar presentes en los comités de centro para revisar los programas de estudio y participar activamente en las decisiones relativas al personal o a la financiación en el centro. Una manera de reforzar la conexión entre el hogar y el centro es ayudar a los padres para que apoyen a los alumnos en sus tareas escolares de Matemáticas y Ciencias. Los centros pueden organizar talleres de capacitación para padres en Matemáticas y Ciencias u ofrecer sesiones de información sobre las estrategias de aprendizaje y el currículo.

## CONTEXTOS EN EL AULA

El profesor es el agente principal de la aplicación del currículo y también, una influencia muy determinante para el ambiente en el aula (Lundberg y Linnakyla, 1993; Rivkin, Hanushek, y Kain, 2005). Los profesores varían en cuanto a su preparación y formación, experiencia docente, actitudes y uso de determinados métodos de enseñanza. Además, los comportamientos, actitudes, y la preparación de los estudiantes en el aula pueden influir en las opciones de instrucción del profesor, lo cual afecta al aprendizaje del estudiante (Kurtz-Costes y Schneider, 1994).

A pesar de que las políticas y recursos curriculares del centro marcan a menudo el rendimiento general en el aula, y de que el centro proporciona un contexto general para el aprendizaje, las actividades diarias de clase de los estudiantes pueden tener un impacto mucho más directo sobre su rendimiento en Matemáticas y Ciencias. Los enfoques de la enseñanza y los materiales que se utilizan son claramente importantes para el establecimiento de los patrones de enseñanza y aprendizaje en la clase, incluyendo los temas curriculares que se cubren realmente, las estrategias empleadas para la enseñanza y la disponibilidad de recursos tales como, ordenadores o equipos de laboratorio.



## *Educación y desarrollo del profesor*

La investigación sugiere que, para conseguir excelencia docente, los profesores deben tener una buena capacidad académica, enseñar en el campo en el que han recibido su formación, tener suficientes años de experiencia y participar en una inducción de alta calidad y en programas de desarrollo profesional (Mayer, Mullens, y Moore, 2000). La calificación y competencia de los profesores pueden ser factores críticos, y los futuros profesores necesitan cursos para el conocimiento y la comprensión, experiencia adquirida mediante formación práctica en los centros y un buen proceso de inducción.

TIMSS ha demostrado, que existe una variación considerable entre países, en lo que se refiere, al nivel de educación alcanzado por los profesores, así como, en lo relativo al porcentaje de estudiantes a los que se enseña Matemáticas o Ciencias por parte de profesores con especialización en el tema. La investigación ha demostrado que los profesores que tienen títulos académicos específicos para la asignatura que enseñan, suelen tener más éxito, que los profesores que imparten asignaturas que están fuera de su campo de competencia (Goldhaber y Brewer, 2000). En el siglo XXI, es aún más importante que nunca que los profesores tengan un amplio conocimiento del currículo, así como conocimientos pedagógicos, conocimiento de los alumnos y sus características, y conocimientos sobre las TIC (Darling-Hammond, 2006; Ertmer de 2003; Hill y Lubienski, 2007).

El alcance de la formación continua del profesorado, y su exposición a los acontecimientos recientes dentro del ámbito de la enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias, también es importante. El desarrollo profesional a través de seminarios, talleres, conferencias y publicaciones profesional es pueden ayudar a los profesores a aumentar su eficacia y a mejorar sus conocimientos (Yoon, Duncan, Lee, Scarloss, y Shapley, 2007). En algunos países y jurisdicciones, los profesores están obligados a participar en tales actividades. Por otra parte, se ha sugerido que la enseñanza, como profesión, requiere de un aprendizaje permanente, y que los profesores más eficaces van adquiriendo nuevos conocimientos y competencias a lo largo de su carrera.

La transición de la universidad a un puesto de profesor en una escuela puede ser difícil. En consecuencia, en muchos países un gran porcentaje de profesores nuevos dejan la profesión después de unos pocos años (Tillmann, 2005; Moskowitz y Stephens, 1997). La medida en que los centros adoptan un papel activo en la aculturación y la transición del nuevo maestro, puede ser importante, para mantener un cuerpo docente estable. Los programas de mentoría, el modelado de la práctica de buen profesor por sus compañeros y los programas de inducción, diseñados por profesores con experiencia dentro del centro escolar, pueden ser ayudas importantes para el profesor principiante.

## *Características del profesor*

Algunos textos de la literatura sobre el tema examinan la influencia del género, edad y experiencia del profesor acerca del rendimiento estudiantil. Los estudios han sugerido que los estudiantes aprenden más, cuando las asignaturas son impartidas por profesores con experiencia, que cuando son impartidas por profesores con una experiencia de pocos años. Sin embargo, la relación entre experiencia y rendimiento puede verse afectada por muchos factores. Por ejemplo, las políticas de asignación dentro de los centros pueden dar lugar a que los profesores más altamente cualificados impartan sus enseñanzas en clases especializadas, o a que los profesores de más edad consigan clases con más nivel. La necesidad de que los profesores con una larga trayectoria realicen un desarrollo profesional, así como, la medida en que lo hacen, también puede afectar a su eficacia. Independientemente de otros factores, se ha podido comprobar que la experiencia docente supone una diferencia, sobre todo, en los primeros años de la enseñanza (Clotfelter, Ladd, y Vigdor, 2006; Hanushek, Kain, O'Brien, y Rivkin, 2005). Las conclusiones sobre el impacto diferencial que tienen profesores y profesoras también varían según muchos factores, como el género, origen étnico, o nivel socioeconómico de los estudiantes. (Dee, 2006, UNESCO, 2006).

Las actitudes de los profesores, como la motivación y la autoeficacia, conforman las experiencias y logros académicos de los estudiantes. Los profesores que están satisfechos con su profesión y con las condiciones de trabajo en su escuela están más motivados para enseñar y preparar sus clases. Los factores de insatisfacción pueden ser los salarios bajos, un número excesivo de horas de enseñanza, la falta de equipamiento y espacio de trabajo, y la falta de comunicación y colaboración entre el personal docente. La colaboración entre profesores se considera fundamental para la creación y mantenimiento de los centros, como comunidades de aprendizaje profesional, donde las ideas de instrucción y las innovaciones son compartidas. Las investigaciones sugieren, que si los profesores trabajan juntos para colaborar más y estar más orientados hacia el trabajo y hablan del mismo con colegas colaborando en la planificación y puesta en práctica de las lecciones, se sienten por lo general menos aislados y son menos propensos a dejar la enseñanza (Johnson, Berg, y Donaldson, 2005).

La autoeficacia de los profesores está referida a su capacidad personal para organizar y llevar a cabo la enseñanza. Los profesores que más confían en sus habilidades están más abiertos a nuevas ideas y son menos propensos a experimentar agotamiento emocional. La investigación ha demostrado que la autoconfianza de los profesores respecto a sus capacidades para enseñar no se asocia únicamente con su comportamiento profesional, sino también, con el rendimiento y la motivación de los estudiantes (Bandura, 1997; Henson, 2002).

## **Características de la clase**

Debido a que la mayor parte de la enseñanza y el aprendizaje en el centro tiene lugar en el aula, las actividades educativas a menudo están influenciadas por el ambiente que reina en ella. Las características fundamentales del aula son el tamaño, el tiempo de enseñanza, y la composición de la clase.

Algunas investigaciones indican que los grupos de clases menos numerosos durante los primeros años de escolarización pueden ser beneficiosos para el desarrollo académico de los estudiantes. Disponer de grupos más pequeños puede ser el resultado de diversas políticas gubernamentales que ponen un límite al número de alumnos por clase. Por ejemplo, la reducción de tamaño de los grupos, puede reflejar una asignación de recursos selectiva según ciertas necesidades especiales o en el caso de clases prácticas. Debido a estas razones diferentes para las políticas en cuanto al tamaño de las clases, los resultados de la investigación son un tanto ambiguos (Nye, Hedges, y Konstantopoulos, 2001). Cualquiera que sea la razón para el tamaño del grupo, no hay duda que conforma el ambiente en el aula y afecta a la forma en que los profesores llevan a la práctica la enseñanza.

Los resultados de TIMSS muestran que existe una variación entre los distintos países en lo que se refiere al tiempo que se pretende dedicar a la enseñanza según el currículo, y el tiempo de implantación real de la enseñanza en las aulas. Como promedio, sin embargo, hubo una gran concordancia entre las directrices del currículo y los informes de los profesores respecto a su aplicación. Una investigación realizada en los países en desarrollo ha demostrado que es especialmente importante, que el tiempo de enseñanza se utilice de manera eficaz para alcanzar los objetivos de aprendizaje y que no se desperdicie para actividades secundarias no relacionadas con los contenidos de la enseñanza (Abadzi, 2007).

Los estudiantes pueden ser muy importantes para el clima de aula. Dado que, el conocimiento previo guía el aprendizaje, los estudiantes necesitan requisitos previos antes de obtener beneficios en Matemáticas y Ciencias. Los profesores eficaces evalúan las habilidades para el lenguaje de los estudiantes y su comprensión conceptual, y vinculan las nuevas ideas, habilidades y competencias a una comprensión anterior. Los estudiantes con alguna barrera física o psicológica, como la desnutrición o la privación del sueño, no son capaces de asistir y participar igual de bien en el aula. Si los estudiantes están despiertos y bien alimentados estarán más preparados para el aprendizaje que un aula llena de estudiantes cansados y hambrientos, o con discapacidades no resueltas (McLaughlin, McGrath, Burian-Fitzgerald, Lanahan, Scotchmer, Enyeart, y Salganik, 2005).

## *Materiales y tecnología de instrucción*

Otro aspecto de la clase que es relevante para la aplicación con éxito del currículo previsto es la disponibilidad y el uso de la tecnología, así como de otros materiales de enseñanza. Ordenadores e Internet ofrecen a los estudiantes formas de explorar los conceptos en profundidad, desencadenan el entusiasmo y la motivación por aprender, permiten que los estudiantes aprendan a su propio ritmo y proporcionan, a los mismos, acceso a extensas fuentes de información. Además de proveer acceso a Internet, los ordenadores pueden servir a otros propósitos educativos. Aunque al principio, su uso estaba limitado a aprender ejercicios y supuestos prácticos, ahora se utiliza de múltiples formas, incluyendo tutoriales, simulaciones, juegos y aplicaciones. Un nuevo software permite a los estudiantes plantear sus propios problemas, explorar y descubrir las propiedades de las Matemáticas y de las Ciencias por su cuenta. Las aplicaciones informáticas para el modelado y visualización de ideas pueden abrir un nuevo mundo a los estudiantes y ayudarles a conectar estas ideas con sus sistemas de lenguaje y símbolos. Para que los ordenadores estén integrados de manera efectiva en la enseñanza, los profesores tienen que sentirse cómodos al usarlos, y recibir el apoyo técnico y pedagógico adecuado.

El uso de la calculadora varía ampliamente entre los países, e incluso dentro de éstos, pero en general está aumentando constantemente a medida que el coste es un obstáculo menor y el currículo de Matemáticas evoluciona para tener en cuenta las calculadoras. Muchos países tienen políticas que regulan el acceso y el uso de calculadoras, especialmente en los cursos menos avanzados. Cuáles son esas políticas y cómo cambian a lo largo de los cursos, puede ser un tema importante para la comprensión del currículo. Las calculadoras se pueden utilizar en la exploración de reconocimiento de los números, para contar, y para los conceptos de mayor y menor. Pueden permitir a los estudiantes resolver problemas numéricos más rápidamente mediante la eliminación de cálculos tediosos y por lo tanto permitir una mayor participación en el proceso de aprendizaje. La mejor manera de hacer uso de las calculadoras, y qué papel deberían tener, siguen siendo cuestiones de importancia para los especialistas en currículo de Matemáticas y para los profesores.

Además de libros de texto o libros de trabajo, los recursos utilizados en la enseñanza de las Matemáticas incluyen herramientas o representaciones visuales de los objetos matemáticos que ayudan a los estudiantes a entender las cantidades y los procedimientos. La investigación, ha explorado las diferentes formas en que se pueden utilizar estos objetos, para facilitar el aprendizaje de habilidades matemáticas básicas y para la resolución de problemas matemáticos (Manalo, Bunnell, y Stillman, 2000; Witzel, Mercer, y Miller, 2003).

## ***Temas del currículo que se enseñan***

Un centro de atención importante del currículo que se implanta es la medida en que se cubren en la clase los temas de Matemáticas y Ciencias de los marcos teóricos de TIMSS. Esta evaluación aborda esta cuestión, preguntando a los profesores de las dos disciplinas acerca de si se han cubierto en clase los temas de prueba, ya sea en el año actual o en el anterior, y el porcentaje de tiempo de clase dedicado a los dominios de ambas asignaturas. TIMSS garantiza la cobertura y el nivel de rigor de los cursos de Matemáticas y Ciencias enseñados en los países participantes describiendo el enfoque principal del trabajo en las clases en las que realizan las evaluaciones.

## ***Actividades de instrucción***

Los profesores utilizan una variedad de estrategias para animar a los estudiantes a aprender, ya que estos aprenden mejor, cuando están interesados e involucrados. Las principales prácticas, que aumentan la motivación, incluyen el establecimiento de objetivos, llevar materiales interesantes a clase, relacionar lo que los estudiantes están aprendiendo con su vida diaria y ofrecer recompensas extrínsecas y elogios. Para pasar de una motivación extrínseca a otra intrínseca en los alumnos, los profesores pueden expresar un auténtico interés por las necesidades cognitivas, emocionales y físicas de los estudiantes facilitándoles experiencias que les sirvan para conseguir el conocimiento y para aumentar su autoestima y autoeficacia en Matemáticas y Ciencias, pidiéndoles que resuelvan problemas y expliquen sus respuestas (Pintrich, 2003). Por ejemplo, los estudios han mostrado que los estudiantes que realizan actividades de aprendizaje práctico superan a sus compañeros, al igual que, los estudiantes que gozan del beneficio de la enseñanza individualizada (Wenglinsky, 2000). En Ciencias, la investigación ha demostrado que un mayor rendimiento, de los estudiantes de 2º curso de ESO, está asociado con una mayor frecuencia de realización de actividades prácticas en Ciencias; con los debates entre estudiantes sobre las mediciones y los resultados de actividades prácticas; y con los estudiantes que trabajan con otros en actividades o proyectos de Ciencias; así como, con una mayor frecuencia de lectura de libros de texto y con la redacción de respuestas más largas (Braun, Coley, Jia, y Trapani, 2009).

Los informes, sobre cuánto énfasis se hace en la integración de la tecnología con los diferentes aspectos de la instrucción, también proporcionan información importante acerca de las experiencias en el aula. Como se señaló anteriormente, la utilización de Internet y el software de ordenador pueden ampliar las oportunidades de aprendizaje de

los alumnos. Además, las calculadoras son utilizadas cada vez más en muchos países.

Los deberes para el hogar constituyen una forma de extender la enseñanza y evaluar el progreso del alumno. La cantidad de deberes que se les exige a los alumnos asignados para Matemáticas y Ciencias varía entre países. En algunos países, los deberes se establecen normalmente para los estudiantes que más lo necesitan. En otros países, los estudiantes tienen que hacer deberes como un ejercicio de enriquecimiento. Por esta razón, la investigación sobre la eficacia de los deberes muestra resultados mixtos (Cooper, Robinson, y Patall, 2006; Trautwein, 2007).

## ***Evaluación***

Además de los deberes, los profesores tienen una serie de formas de conocer el progreso del alumno y sus logros. Los resultados de TIMSS muestran que los profesores dedican una buena cantidad de tiempo a la evaluación del estudiante, ya sea, como forma de medir lo que han aprendido o para proporcionar información para ellos mismos, para los profesores y para los padres. La frecuencia y el formato de la evaluación son importantes indicadores de la enseñanza y la pedagogía escolar. Las evaluaciones informales durante la instrucción ayudan a los profesores a identificar las necesidades de las distintas personas, a evaluar el ritmo de la presentación y a adaptar la enseñanza. Las pruebas oficiales y las evaluaciones estandarizadas de los profesores, por lo general, se utilizan para tomar decisiones importantes acerca de los estudiantes, tales como calificaciones o notas, o acerca de los centros con fines de rendición de cuentas. Los profesores utilizan una variedad de formatos y ponen a prueba una amplia gama de habilidades cognitivas y de contenido. Los tipos de preguntas incluidas en las pruebas y cuestionarios pueden enviar señales fuertes a los alumnos acerca de lo que es importante.

## **CARACTERÍSTICAS Y ACTITUDES DE LOS ALUMNOS**

Los estudiantes aportan experiencias y expectativas a la clase, esto afecta a su capacidad de aprendizaje y motivación. El éxito de los centros y de los profesores en la aplicación del currículo está influenciado por los conocimientos y capacidades previas de los estudiantes, así como por sus actitudes hacia el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias.

## ***Demografía y antecedentes domésticos de los estudiantes***

Los estudiantes entran en los centros procedentes de distintos orígenes y con diferentes experiencias. Existe una amplia evidencia por la que se piensa que el logro del estudiante en Matemáticas y Ciencias está relacionado con las características del estudiante (p. ej., sexo, lengua) y con factores relativos a su origen (p. ej., estatus migratorio, nivel socioeconómico).

Mientras que, durante décadas, ha habido una preocupación por el hecho de que las niñas iban a la zaga en Matemáticas y Ciencias, en la actualidad la mayoría de las investigaciones muestran que la diferencia en el rendimiento entre niños y niñas en Matemáticas y Ciencias es mínima y menor que la diferencia asociada a la procedencia familiar (Coley, 2001; McGraw, Lubienski, y Strutchens, 2006). TIMSS ha demostrado que no hay una gran diferencia global promedia en Matemáticas y Ciencias entre niños y niñas en los países participantes, aunque la situación varía según los países. Por el contrario, TIMSS ha mostrado una brecha de aprendizaje entre los alumnos que tienen como primera lengua el idioma en que se imparte la enseñanza y los que no la tienen.

En muchos países, la creciente migración ha dado lugar a una importante población de origen inmigrante cuya lengua materna no es el idioma en el que se imparte la enseñanza. Estos alumnos, a menudo se encuentran con dificultades para adaptarse a un nuevo entorno y cultura, y para recibir una enseñanza que se imparte en un idioma distinto al que hablan en sus hogares (Lolock de 2001, Schmid, 2001). En algunos países, los estudiantes inmigrantes se encuentran en una doble desventaja, debido a la educación y a los antecedentes socioeconómicos de los padres.

La investigación muestra reiteradamente una fuerte relación positiva entre los logros y los indicadores de estatus socio-económico, tales como, nivel de educación o trabajo de los padres o tutores (Bradley y Corwyn, 2002; Haveman & Wolfe, 2008; Willms, 2006). Otros factores de antecedentes familiares que también han demostrado ser importantes son el número de libros en el hogar, la presencia de una mesa de estudio y la disponibilidad de un ordenador y una conexión a Internet (National Center for Education Statistics, 2006; Woessmann de 2004). Estos factores también son indicativos de la ayuda en el hogar para el aprendizaje de los alumnos y, en general, puede influir en las aspiraciones educativas de los mismos.

La teoría del capital social argumenta que una fuerte conexión entre el centro y el hogar es indicativa del éxito educativo de los estudiantes. Esto se debe a que las familias con una "mejor conexión" pueden proporcionar un apoyo más eficaz a sus hijos y ayudarles en sus tareas escolares. Se ha descubierto que los recursos sociales tienen un impacto positivo en

el rendimiento de los estudiantes, aunque la efectividad del apoyo de los padres para el trabajo escolar es un tanto ambigua (Marks, Crespo, y Ainley, 2006; Lee y Bowen, 2006). Los padres pueden estar más dispuestos a ayudar en las tareas escolares cuando están capacitados y están interesados en el contenido, independientemente de las calificaciones de sus hijos. Al mismo tiempo, es posible que los padres sólo estén dispuestos a ayudar cuando sus hijos tienen dificultades y necesitan apoyo académico.

Las experiencias de los estudiantes, antes de que empiecen las clases son pertinentes para su éxito posterior. Los niños de menor edad participan pronto en actividades de cálculo, más o menos estructuradas, tanto en sus hogares como en preescolar, que estimulan su interés y mejoran el desarrollo de sus capacidades (Melhuish, Phan, Sylva, Sammons, Siraj-Blatchford, y Taggart, 2008; y Clements, 2009). Estas actividades incluyen jugar con bloques o juguetes de construcción, recitar rimas o cantar canciones contando, jugar a juegos que incluyen formas geométricas y jugar a otros tipos de juegos que implican un razonamiento cuantitativo. Las destrezas Matemáticas de los hijos de poca edad varían significativamente según los países y están fuertemente relacionadas con los antecedentes socioeconómicos de su familia (Clements y Sarama, 2009; West, Denton, y Germino Hausken, 2000).

### ***Actitudes hacia el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias***

Ayudar a los estudiantes a desarrollar actitudes positivas hacia las Matemáticas y las Ciencias es un objetivo importante del currículo en muchos países. La motivación de los alumnos para aprender puede verse afectada por el hecho de si consideran que la asignatura es agradable y tiene valor, y si piensan que es importante para sus carreras actuales y futuras. El interés personal, en una asignatura motiva al alumno y facilita el aprendizaje al ir más allá de la información superficial. Además, la motivación de los estudiantes pueden verse afectada por su confianza en sí mismos para aprender la asignatura. Los resultados de TIMSS han demostrado que los estudiantes con más autoeficacia o con mayor autoestima, generalmente rinden más en Matemáticas y Ciencias. Debido a que la motivación para aprender incluye tener la sensación de poder tener éxito, es importante, que los estudiantes tengan un fuerte concepto de sí mismos acerca de sus habilidades, con el fin, de seguir construyendo sobre los niveles actuales de aprendizaje para conseguir niveles superiores. Una actitud positiva hacia las Matemáticas y las Ciencias y un fuerte concepto de sí mismos de los estudiantes, les alienta a comprometerse con el aprendizaje y a mostrar persistencia, esfuerzo y atención. Los que muestran altos niveles de compromiso tienen mejores rendimientos, y los que consiguen los mayores logros tienen, a su vez, un elevado



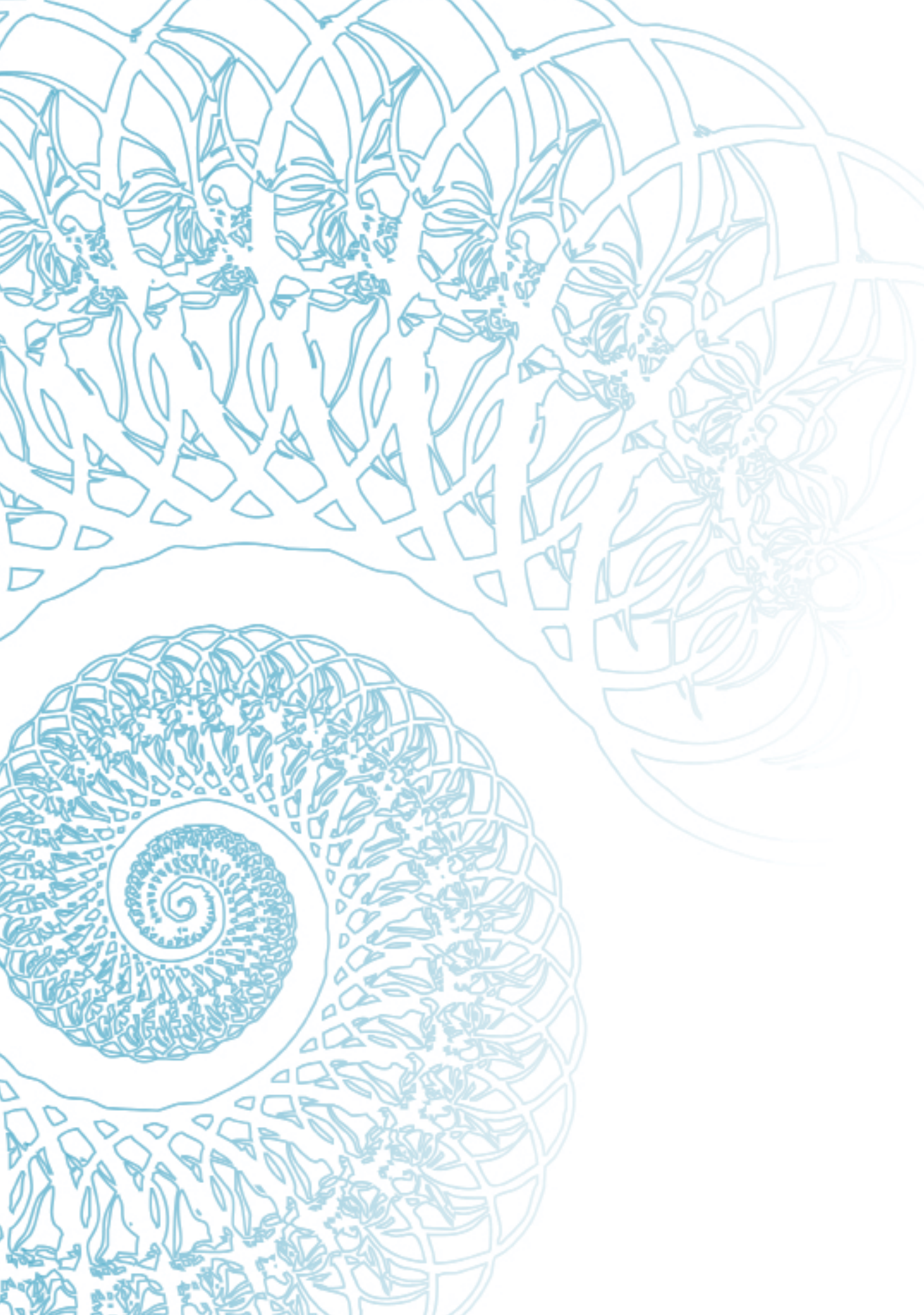
concepto de sí mismos y una actitud positiva (Akey, 2006; Singh, Granville, y Dika, 2002).

Al igual que la cantidad de deberes asignados por el profesor a los alumnos varía entre países, el tiempo que estos pasan haciendo deberes en sus hogares también es diferente, por tanto la relación existente con su rendimiento es un tanto ambigua. Los que tienen rendimiento superior pueden estar más motivados para dedicar tiempo a los deberes. Los estudiantes con mejor rendimiento, sin embargo, pueden tardar más tiempo en hacer los deberes. Hay indicios, de que no es la cantidad de tiempo dedicado a los deberes en sí, sino el grado de conciencia y de motivación para completar los deberes, así como, la calidad de los deberes lo que importa. La diligencia que se pone en hacer los deberes y los resultados que se obtienen al hacerlos, pueden ser unos predictores del éxito académico, más fuertes que el tiempo invertido en hacerlos (Trautwein, Luedtke, Kastens, y Koeller, 2006).

# Diseño de la evaluación de TIMSS 2011

Capítulo

**4**



# Capítulo 4

## Diseño de la evaluación de TIMSS 2011

### VISIÓN GENERAL

La evaluación internacional TIMSS 2011 de rendimiento de los estudiantes en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria, comprende pruebas escritas de Matemáticas y Ciencias, junto con cuestionarios que recogen información sobre los contextos sociales y educativos de los mismos. Dentro de la misión de TIMSS, uno de los elementos primordiales es la medición del rendimiento de los estudiantes en esas dos áreas, de tal manera que se haga justicia a la amplitud y riqueza de estos temas, tal como se imparte su enseñanza en los países participantes y que se controle la mejora o empeoramiento registrando las tendencias del rendimiento de los estudiantes de un ciclo al otro. Esto requiere una evaluación que sea de gran alcance en su cobertura de las Matemáticas y las Ciencias y que, además, sea innovadora en cuanto a su método de medición. Al llevarse a cabo en un ciclo de cuatro años, y al vincularse cada una de las evaluaciones con las precedentes, TIMSS proporciona datos sistemáticos y oportunos, sobre las tendencias en el rendimiento de los estudiantes en las materias mencionadas anteriormente.

Además de medir las tendencias en el rendimiento en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria, llevar a cabo el estudio TIMSS en esos cursos cada cuatro años ofrece la oportunidad de observar los cambios en el rendimiento, tanto en ambos cursos, como en el ciclo siguiente. Además, la evaluación de 4º curso de Educación Primaria de TIMSS proporciona datos que complementan el PIRLS (Estudio Internacional de Progreso en Comprensión Lectora), que evalúa la comprensión lectora en 4º curso cada cinco años. TIMSS 2011, quinta evaluación de la serie TIMSS, será la primera evaluación en contar con una recogida de datos en el mismo curso escolar que PIRLS, proporcionando la oportunidad a los países de recoger información comparable a

nivel internacional en Matemáticas, Ciencias y lectura en el mismo curso y para los mismos estudiantes.

## POBLACIONES DE ESTUDIANTES EVALUADAS

TIMSS evalúa el rendimiento en Matemáticas y Ciencias de los estudiantes, en su cuarto y octavo año de educación formal. Los países participantes podrán optar por evaluar a una o ambas poblaciones, de acuerdo, con sus prioridades políticas y con la disponibilidad de recursos. Debido a que, en el estudio TIMSS el número de años de escolarización (cuatro u ocho) es la base para la comparación entre los países participantes, la evaluación TIMSS está dirigida a los cursos que corresponden a éstos. Las poblaciones objetivo de TIMSS se definen de la siguiente manera.

En 4° de Educación Primaria, el curso objetivo de TIMSS debe ser el que representa cuatro años de escolaridad, a contar desde el primer año de la CINE Nivel 1. En 2° de ESO, el curso objetivo de TIMSS debe ser el que representa ocho años de escolaridad, a contar desde el primer año de la CINE Nivel 1. CINE es, la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación, desarrollada por el Instituto de Estadística de la UNESCO y proporciona una norma internacional para describir los niveles de escolaridad en todos los países. El sistema CINE describe el rango completo de enseñanza, desde preescolar (nivel 0) hasta el segundo nivel de la educación terciaria (nivel 6). CINE nivel 1 corresponde a la Educación Primaria o la primera etapa de educación básica. El primer año de Nivel 1 debe marcar el comienzo del aprendizaje sistemático de lectura, escritura y Matemáticas (UNESCO, 1999). Cuatro años después éste sería el curso objetivo para 4° de Educación Primaria y es, de hecho, ese curso en la mayoría de los países. Del mismo modo, ocho años después del primer año de CINE nivel 1 está el curso objetivo 2° curso de ESO, que es una vez más, ése mismo en la mayoría de los países. Sin embargo, dadas las exigencias cognitivas de las evaluaciones, TIMSS quiere evitar la evaluación de estudiantes muy jóvenes. Así, TIMSS recomienda que los países evalúen el curso superior siguiente (es decir, 5° de Educación Primaria y 3° de ESO) si, para los estudiantes de 4° curso de Educación Primaria, la edad media en el momento de la prueba es inferior a 9,5 años, y, para los alumnos de 2° curso de ESO, inferior a 13,5 años.

## INFORME DEL RENDIMIENTO DE LOS ALUMNOS

TIMSS 2011 proporcionará una visión global de los rendimientos en Matemáticas y Ciencias de los estudiantes de 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria, de cada uno de los países participantes. Esto incluirá los logros en cada uno de los dominios de contenido y cognitivos (como se define en los capítulos 1 y 2), tanto en Matemáticas como en Ciencias. De acuerdo con el objetivo de una descripción exhaustiva de estas dos áreas, la evaluación completa de TIMSS 2011 consta de un gran número de preguntas (conocidas como ítems) para cada nivel. Sin embargo, para que la carga sea mínima, a cada estudiante se le presenta sólo una muestra de los ítems, tal como se describe en la siguiente sección. Tras la recogida de los datos, las respuestas de los estudiantes se ponen en escalas comunes de Matemáticas y Ciencias en cada uno de los niveles, para proporcionar una visión global de los resultados de evaluación para cada país.

Uno de los mayores puntos fuertes de TIMSS es la medición de tendencias de rendimiento a lo largo del tiempo en Matemáticas y Ciencias. Las escalas de rendimiento de TIMSS ofrecen una métrica común mediante la cual, los distintos países pueden comparar el progreso de sus alumnos entre las distintas evaluaciones en las áreas ya mencionadas. Las escalas de rendimiento en Matemáticas y Ciencias de TIMSS se establecieron en el año 1995, para tener una media de escala de 500 y una desviación estándar de 100, correspondientes a las medias y desviaciones estándar internacionales, y de todos los países que participaron en el estudio TIMSS 1995, en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO. Utilizando ítems que se emplearon en las evaluaciones de 1995 y 1999 como base para vincular los dos conjuntos de resultados de la evaluación, y trabajando por separado para Matemáticas y Ciencias, los datos de TIMSS de 1999 también fueron colocados en la escala de modo que, los países pudieran calibrar los cambios en el rendimiento de los estudiantes en Matemáticas y Ciencias desde 1995. Usando procedimientos similares, de nuevo por separado, los datos de TIMSS de 2003 y los datos de TIMSS 2007 se colocaron en la escala de TIMSS, al igual que se hará con los datos de TIMSS 2011. Esto permitirá a los países de TIMSS 2011 que han participado en el estudio TIMSS desde su inicio, disponer de datos de rendimiento comparables de 1995, 1999, 2003, 2007 y 2011, y trazar los cambios en el rendimiento durante ese período.

Como se mencionó anteriormente, además de las escalas de rendimiento para Matemáticas y Ciencias en general, TIMSS 2011 elaborará escalas para informar sobre el rendimiento del estudiante con respecto a cada uno de los dominios de contenido y cognitivos de Matemáticas y Ciencias. Más concretamente, en Matemáticas, en 4º curso de Educación Primaria habrá tres escalas de contenido correspondientes a los tres dominios de

contenido: números, figuras y medidas geométricas y representación de datos. En 2º curso de ESO habrá cuatro dominios de contenido: números, álgebra, geometría y datos y probabilidades. En Ciencias, también habrá tres escalas de contenido en 4º curso de Educación Primaria: Ciencias de la Vida, Ciencias Físicas y Ciencias de la Tierra, y cuatro en 2º curso de ESO: Biología, Química, Física y Ciencias de la Tierra. Los Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación de TIMSS 2011 especifican tres dominios cognitivos: el conocimiento, la aplicación, y el razonamiento, que abarcan el contenido de Matemáticas y Ciencias en ambos cursos. Las escalas de los informes se construirán para cada dominio cognitivo de Matemáticas y Ciencias en cada nivel de curso.

## DISEÑO DEL CUADERNILLO DE PRUEBA TIMSS 2011

Una de las principales consecuencias, de los ambiciosos objetivos de TIMSS es que cualquier estudiante puede contestar a muchas más de las preguntas que son necesarias para la evaluación, en la cantidad de tiempo disponible para la prueba. En consecuencia, TIMSS 2011 utiliza un enfoque de toma de muestras de la matriz que consiste en empaquetar todo el bloque de evaluación de ítems de Matemáticas y Ciencias en cada nivel de curso, en un conjunto de 14 cuadernillos de rendimiento del estudiante, completando cada estudiante un solo cuadernillo. Cada ítem aparece en dos cuadernillos, proporcionando un mecanismo para vincular entre sí las respuestas de los estudiantes en los diversos cuadernillos. Los cuadernillos se distribuyen entre los alumnos en las aulas que participan, para que los grupos de estudiantes que completan cada cuadernillo, sean aproximadamente equivalentes en términos de capacidad de los estudiantes. TIMSS utiliza métodos de escala de teoría de ítem-respuesta, para elaborar una imagen integral del rendimiento de toda la población de estudiantes a partir de las respuestas combinadas de los distintos estudiantes a los cuadernillos que se les asigna. Este enfoque reduce a proporciones manejables lo que, de otra forma, sería una carga imposible para el estudiante, aunque a costa de una mayor complejidad en el montaje de los cuadernillos, recogida de datos y análisis de datos.

Para facilitar el proceso de creación de los cuadernillos de rendimiento de los estudiantes, TIMSS agrupa los ítems de evaluación en una serie de bloques de ítems, con aproximadamente 10 a 14 elementos en cada bloque, en 4º curso de Educación Primaria y 12-18 en 2º curso de ESO. En la medida de lo posible, dentro de cada bloque, la distribución de ítems a través de los dominios de contenido y cognitivos iguala la distribución a través del bloque general de ítems. Como en la evaluación TIMSS 2007, la

edición de 2011 tiene un total de 28 bloques, que contienen 14 ítems de Matemáticas y 14 de Ciencias. Los cuadernillos de los estudiantes se reunieron a partir de diversas combinaciones de estos bloques de ítems.

Después de la evaluación de 2007, 8 de los 14 bloques de Matemáticas y 8 de los 14 bloques de Ciencias fueron asegurados para su uso en la medición de las tendencias de la evaluación de 2011. Los 12 bloques restantes (6 de Matemáticas y 6 de Ciencias) fueron puestos a disposición del público para su uso en publicaciones, investigación y enseñanza, para ser reemplazados por ítems de reciente desarrollo para la evaluación de TIMSS 2011. En consecuencia, los 28 bloques en la evaluación TIMSS 2011 comprenden 16 bloques de ítems de tendencia (8 de Matemáticas y 8 de Ciencias) y 12 bloques de nuevos elementos desarrollados para 2011. Como se muestra en la Tabla 9, los bloques de Matemáticas de TIMSS 2011 están etiquetados M01 a M14 y los bloques de Ciencias S01 a S14. Los bloques con etiquetas que terminan en números impares (01, 03, 05, etc.) contienen los elementos de tendencia a partir de la evaluación de 2007, al igual que los bloques que terminan en 06. El resto de los bloques con etiquetas que terminan en números pares contienen los ítems desarrollados para su uso por primera vez en TIMSS 2011.

**Tabla 9: Bloques de ítems de TIMSS 2011. 4º curso de E. Primaria y 2º curso de ESO**

Bloques de Matemáticas	Fuente de los ítems	Bloques de Ciencias	Fuente de los ítems
M01	Bloque M13 de TIMSS 2007	S01	Bloque S13 de TIMSS 2007
M02	Nuevos ítems para TIMSS 2011	S02	Nuevos ítems para TIMSS 2011
M03	Bloque M06 de TIMSS 2007	S03	Bloque S06 de TIMSS 2007
M04	Nuevos ítems para TIMSS 2011	S04	Nuevos ítems para TIMSS 2011
M05	Bloque M09 de TIMSS 2007	S05	Bloque S09 de TIMSS 2007
M06	Bloque M10 de TIMSS 2007	S06	Bloque S10 de TIMSS 2007
M07	Bloque M11 de TIMSS 2007	S07	Bloque S11 de TIMSS 2007
M08	Nuevos ítems para TIMSS 2011	S08	Nuevos ítems para TIMSS 2011
M09	Bloque M08 de TIMSS 2007	S09	Bloque S08 de TIMSS 2007
M10	Nuevos ítems para TIMSS 2011	S10	Nuevos ítems para TIMSS 2011
M11	Bloque M12 de TIMSS 2007	S11	Bloque S12 de TIMSS 2007
M12	Nuevos ítems para TIMSS 2011	S12	Nuevos ítems para TIMSS 2011
M13	Bloque M14 de TIMSS 2007	S13	Bloque S14 de TIMSS 2007
M14	Nuevos ítems para TIMSS 2011	S14	Nuevos ítems para TIMSS 2011



Se espera que los alumnos de 4º curso de Educación Primaria dediquen 18 minutos a cada bloque de ítems, y los de 2º curso de ESO, 22 minutos y medio aproximadamente. En consecuencia, se estima que los 28 bloques de ítems de 4º curso contengan casi 8 horas y media de tiempo de prueba y los bloques de 2º curso de ESO, 10 horas y media. Teniendo en cuenta la experiencia anterior con TIMSS, los Coordinadores Nacionales de Investigación de los países participantes coincidieron, en que el tiempo de prueba para cualquier estudiante no debería aumentarse en comparación con evaluaciones anteriores. Por lo tanto, como en el pasado, el tiempo de evaluación para cada cuadernillo para el estudiante debe caber, en 72 minutos para 4º curso de Educación Primaria y 90 minutos para 2º curso de ESO. También fueron previstos 30 minutos para un cuestionario para estudiantes en cada nivel de curso.

En la elección de la forma de distribuir los bloques de evaluación a través de los cuadernillos de rendimiento de los estudiantes, el principal objetivo era maximizar la cobertura del marco teórico asegurando a la vez, que todos los estudiantes respondieran a suficientes ítems para proporcionar una medición fiable de las tendencias tanto en Matemáticas como en Ciencias. Otro objetivo era garantizar que el rendimiento en los dominios de contenido y cognitivo de Matemáticas y Ciencias pudiera medirse con fiabilidad. Para habilitar la vinculación entre cuadernillos, manteniendo a la vez el número de los mismos a un mínimo, cada bloque se presenta en dos cuadernillos.

En el diseño de los cuadernillos de TIMSS 2011, los 28 bloques de evaluación se distribuyen a través de 14 cuadernillos de rendimiento de los estudiantes (ver Tabla 10). Los diseños del cuadernillo de 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO son idénticos, aunque el bloque de 4º curso contiene 18 minutos de ítems y el de 2º curso de ESO, 22 minutos y medio. Cada cuadernillo para el alumnado consta de cuatro bloques de ítems: dos bloques de ítems de Matemáticas y dos bloques de ítems de Ciencias. En la mitad de los cuadernillos, los dos bloques de las Matemáticas son los primeros, y luego los dos bloques de Ciencias, y en la otra mitad el orden se invierte. Además, en la mayoría de los cuadernillos, dos de los bloques contienen ítems de tendencia a partir de la evaluación de 2007 y dos contienen ítems de nuevo desarrollo para TIMSS 2011. Por ejemplo, como puede verse en la Tabla 10, los estudiantes asignados al Cuadernillo 1 completan dos bloques de ítems de Matemáticas, M01 y M02, y dos bloques de ítems de Ciencia, S01 y S02. Los ítems de los bloques M01 y S01 son elementos de tendencia de TIMSS 2007, mientras que los de M02 y S02 son nuevos ítems para TIMSS 2011. Del mismo modo, los estudiantes asignados al Cuadernillo 2 completan dos bloques de Ciencias, S02 y S03, seguidos de dos bloques de Matemáticas, M02 y M03. S02 y M02 contienen los elementos nuevos y S03 y M03 los ítems de tendencia.

**Tabla 10: Diseño de los cuadernillos de prueba de TIMSS.  
4º curso de E. Primaria y 2º curso ESO**

Bloques de evaluación				
Modelos de cuadernillo	Primera parte		Segunda parte	
Cuadernillo 1	M01	M02	S01	S02
Cuadernillo 2	S02	S03	M02	M03
Cuadernillo 3	M03	M04	S03	S04
Cuadernillo 4	S04	S05	M04	M05
Cuadernillo 5	M05	M06	S05	S06
Cuadernillo 6	S06	S07	M06	M07
Cuadernillo 7	M07	M08	S07	S08
Cuadernillo 8	S08	S09	M08	M09
Cuadernillo 9	M09	M10	S09	S10
Cuadernillo 10	S10	S11	M10	M11
Cuadernillo 11	M11	M12	S11	S12
Cuadernillo 12	S12	S13	M12	M13
Cuadernillo 13	M13	M14	S13	S14
Cuadernillo 14	S14	S01	M14	M01

Como se resume en la Tabla 11, cada estudiante completa un cuadernillo de rendimiento que consta de dos partes, seguido de un cuestionario para el estudiante. La carga de la respuesta de los distintos estudiantes individuales para la evaluación de TIMSS 2011 es la misma que en 2007, es decir, 72 minutos para la evaluación y 30 minutos para el cuestionario en 4º de E. Primaria y, 90 minutos y 30 minutos respectivamente en 2º de ESO.

**Tabla 11: Tiempo para la prueba en TIMSS 2011. 4º curso de E. P. primaria y 2º curso de ESO**

Actividad	4º curso de E. Primaria	2º curso de ESO
Cuadernillo de rendimiento del estudiante Primera parte	36 minutos	45 minutos
Descanso		
Cuadernillo de rendimiento del estudiante Segunda parte	36 minutos	45 minutos
Descanso		
Cuestionario del estudiante	30 minutos	30 minutos

Los países participantes en TIMSS tienen como objetivo por lo menos 4.500 estudiantes, para asegurar que hay suficientes respuestas para cada ítem. Los 14 cuadernillos para los alumnos se distribuyen entre ellos en cada clase, de acuerdo con un orden predeterminado, de modo que respondan a cada cuadernillo una proporción aproximadamente igual de los estudiantes.

## TIPOS DE PREGUNTAS Y PROCEDIMIENTOS DE PUNTUACIÓN

El conocimiento y la comprensión en Matemáticas y Ciencias por parte de los estudiantes se evalúa a través de una serie de preguntas en cada materia. Tal y como se describe en *TIMSS 2011 Item Writing Guidelines* (Mullis & Martin, 2009), se utilizan dos formatos de pregunta en la evaluación: elección múltiple y respuesta construida. Cada pregunta de elección múltiple vale un punto. Las preguntas de respuesta construida generalmente valen uno, dos o tres puntos, dependiendo de la naturaleza de la tarea y de las destrezas necesarias para contestarla. Al elaborar las preguntas, la elección del formato de ítem depende de la rama de Matemáticas o Ciencias que se esté evaluando, y del grado del rendimiento que deben mostrar los estudiantes.

*Preguntas de elección múltiple.* Las preguntas de elección múltiple ofrecen a los estudiantes cuatro opciones de respuesta, de las cuales sólo una es correcta. Estas preguntas se pueden usar para evaluar cualquiera de los rendimientos en los dominios cognitivos. Sin embargo, como no permiten explicaciones o enunciados de apoyo por parte de los estudiantes, las preguntas de elección múltiple quizá sean menos apropiadas para evaluar la capacidad de los estudiantes a la hora de hacer interpretaciones o evaluaciones más complejas.

En 4° curso de Educación Primaria y 2° curso de Educación Secundaria Obligatoria, es importante que las características lingüísticas de las preguntas sean adecuadas al desarrollo de los estudiantes. Por tanto, las preguntas están redactadas de manera clara y concisa. Las opciones de respuesta también están redactadas de manera sucinta a fin de minimizar la carga lectora de la pregunta. Las opciones incorrectas están redactadas para que sean plausibles, pero no para engañar. Para los estudiantes que no conozcan este formato de preguntas, las instrucciones que aparecen al inicio de la prueba incluyen unos ítems de elección múltiple de muestra para ejemplificar cómo seleccionar y especificar una respuesta.

*Preguntas de respuesta construida.* En este tipo de ítem se les pide a los alumnos que

redacten una respuesta por escrito en vez de seleccionar una respuesta de un conjunto de opciones. Las preguntas de respuesta construida son particularmente apropiadas para evaluar aspectos del conocimiento y de las destrezas requeridas cuando los estudiantes han de explicar fenómenos o interpretar datos sobre la base de su experiencia y conocimiento.

La guía de puntuación para cada pregunta de respuesta construida describe las características esenciales de las respuestas adecuadas y completas. Las guías se centran en la evidencia del tipo de comportamiento que evalúa la pregunta. Describe la evidencia de las respuestas parcialmente correctas y totalmente correctas. Además, las respuestas de muestra de los estudiantes en cada nivel de comprensión proporcionan una guía importante para los que calificarán las respuestas de los estudiantes. Al puntuar las respuestas de los estudiantes a las preguntas de respuesta construida, la atención se centra exclusivamente en el rendimiento de los estudiantes con respecto al tema que se evalúa, no en su capacidad para redactar bien. Sin embargo, los estudiantes tienen que comunicarse de manera clara con quienes califican sus respuestas.

Además, las guías de puntuación están diseñadas para permitir, para cada ítem, la identificación de los diversos enfoques que han tenido éxito, que han tenido un éxito sólo parcial y que no han tenido ningún éxito en absoluto. El diagnóstico de las dificultades comunes en el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias, tal y como se ponen de manifiesto por los falsos conceptos y errores, es un objetivo importante del estudio.

Puesto que las preguntas de respuesta construida constituyen una parte importante de la evaluación y son una parte integrante de la medición de tendencias, es muy importante que se apliquen consistentemente las guías de puntuación en todos los países y en cada ciclo de recopilación de datos. Para garantizar una aplicación coherente de las guías de puntuación para ítems de tendencia en la evaluación de 2001, la IEA ha archivado muestras de respuestas de los estudiantes a las evaluaciones TIMSS 2007 de cada país; éstas se utilizan para dar formación a las personas que dan las puntuaciones en 2011 y para controlar la aplicación coherente para aquellos ítems que aparecen en ambas evaluaciones.

*Puntos de calificación.* En el desarrollo de la evaluación, el objetivo es crear bloques de ítems que estipulan, como promedio, alrededor de 15 puntos en 4º curso de Educación Primaria y aproximadamente 18 puntos en 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria. Los bloques de ítems contienen una variedad de tipos de ítems, incluyendo ítems de elección múltiple (1 punto cada uno) e ítems de respuesta construida (1, 2 o más puntos) que permiten un crédito parcial y completo. El número exacto de puntos y la distribución exacta de los tipos de preguntas por bloque varían un poco.

## LA DIVULGACIÓN DEL MATERIAL DE EVALUACIÓN AL PÚBLICO

La evaluación de TIMSS en 2011 es la quinta de la serie TIMSS de estudios regulares cada cuatro años, y proporciona datos sobre las tendencias en Matemáticas y Ciencias desde 1995, 1999, 2003 y 2007. TIMSS se realizará de nuevo en 2015, 2019 y así sucesivamente en el futuro. Con cada evaluación, a medida que se publican los informes internacionales, muchos ítems se publican para proporcionar al público la mayor cantidad de información posible sobre la naturaleza y el contenido de la evaluación. Al mismo tiempo, la medición de las tendencias está garantizada por el hecho de mantener segura una parte sustancial de los ítems. A medida que se publican los ítems, se desarrollarán nuevos ítems para ocupar su lugar.

Según el estudio diseño, de TIMSS 2011, 6 de los 14 bloques de evaluación en cada asignatura se darán a conocer cuando se publiquen los resultados de la evaluación para el año 2011, y los 8 restantes se utilizarán para evaluaciones posteriores. Los bloques publicados incluirán tres bloques que contienen ítems de tendencia a partir de la evaluación de 2003, dos bloques de ítems de tendencia a partir de la evaluación de 2007 y un bloque de ítems usados por primera vez en la evaluación de 2011. Los ítems publicados serán sustituidos por nuevos ítems antes del siguiente ciclo de estudio, en el año 2015.

## CUESTIONARIOS DE CONTEXTO

Un propósito importante de TIMSS es identificar los procedimientos y prácticas, que resultan eficaces, en la mejora del aprendizaje de los estudiantes en Matemáticas y Ciencias. Para comprender mejor los factores contextuales detallados en el capítulo 3, que afectan al aprendizaje de los estudiantes, TIMSS administra los cuestionarios de antecedentes a los estudiantes, sus profesores y sus directores de centro. TIMSS también administra cuestionarios de currículo a especialistas, para recabar información sobre las políticas educativas y los contextos nacionales, que conforman el contenido y la aplicación de las Matemáticas y los currículos de Ciencias a través de los países. Por último, *TIMSS Encyclopedia* proporciona una descripción más cualitativa de la educación en Matemáticas y Ciencias en los países participantes. Para los países que participan tanto en TIMSS como en PIRLS en 4º curso de Educación Primaria, *Learning to Read Survey* proporciona una oportunidad especial para recoger información de los padres y tutores de los estudiantes sobre sus antecedentes domésticos, así como sobre su preparación cuantitativa.

## ***Cuestionario del alumnado***

Cada estudiante que es sometido a la evaluación de TIMSS completa un cuestionario, este cuestionario le pregunta sobre los aspectos de su vida en su hogar y en el centro, incluyendo información demográfica básica, su entorno familiar, el ambiente escolar para el aprendizaje, su auto-percepción y sus actitudes hacia las Matemáticas y las Ciencias. Si bien, algunas de las preguntas son idénticas en 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO, el lenguaje se simplifica en la versión de 4º curso y el contenido específico se modifica para que sea apropiado para el curso escolar correspondiente. La contestación al cuestionario para el estudiante requiere un tiempo de (15-30 minutos).

## ***Cuestionarios del profesor***

Los profesores de Matemáticas y Ciencias completan un cuestionario; este cuestionario está diseñado para recoger información sobre las características de los profesores, así como, sobre los contextos del aula para la enseñanza y el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias, y sobre los temas que se enseñan en estas asignaturas.

En particular, el cuestionario del profesor formula preguntas sobre los antecedentes de los profesores, sus puntos de vista sobre las oportunidades de colaboración con otros profesores, su satisfacción en el trabajo, y su educación y formación, así como, sobre el desarrollo profesional. El cuestionario, recoge información sobre las características de las clases de prueba en el estudio de TIMSS, el tiempo de formación, los materiales y actividades para la enseñanza de Matemáticas y el fomento del interés de los estudiantes en las asignaturas, el uso de ordenadores, prácticas de evaluación y deberes.

Las versiones de 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de ESO del cuestionario son similares, con contenidos específicos dirigidos a los profesores en el nivel del curso específico. Aunque las preguntas generales de antecedentes son paralelas a través de las versiones, las preguntas relativas a las prácticas de enseñanza y evaluación, cobertura de contenidos y puntos de vista de los profesores sobre la enseñanza de la asignatura están adaptadas a las Matemáticas o las Ciencias. Muchas preguntas, como las relativas a las actividades de clase, son específicas de las clases muestreadas para TIMSS; requiere unos 30 minutos de tiempo de los profesores, para su contestación.

## ***Cuestionario del centro***

Se pide al director de cada escuela participante en el estudio TIMSS que responda a este cuestionario. Se le pregunta sobre las características del centro, el tiempo de enseñanza, recursos y tecnología, participación de los padres, el clima del centro para el aprendizaje, el personal docente, el papel del director y la disponibilidad del centro escolar para los estudiantes. Está diseñado para que haya que dedicarle unos 30 minutos.

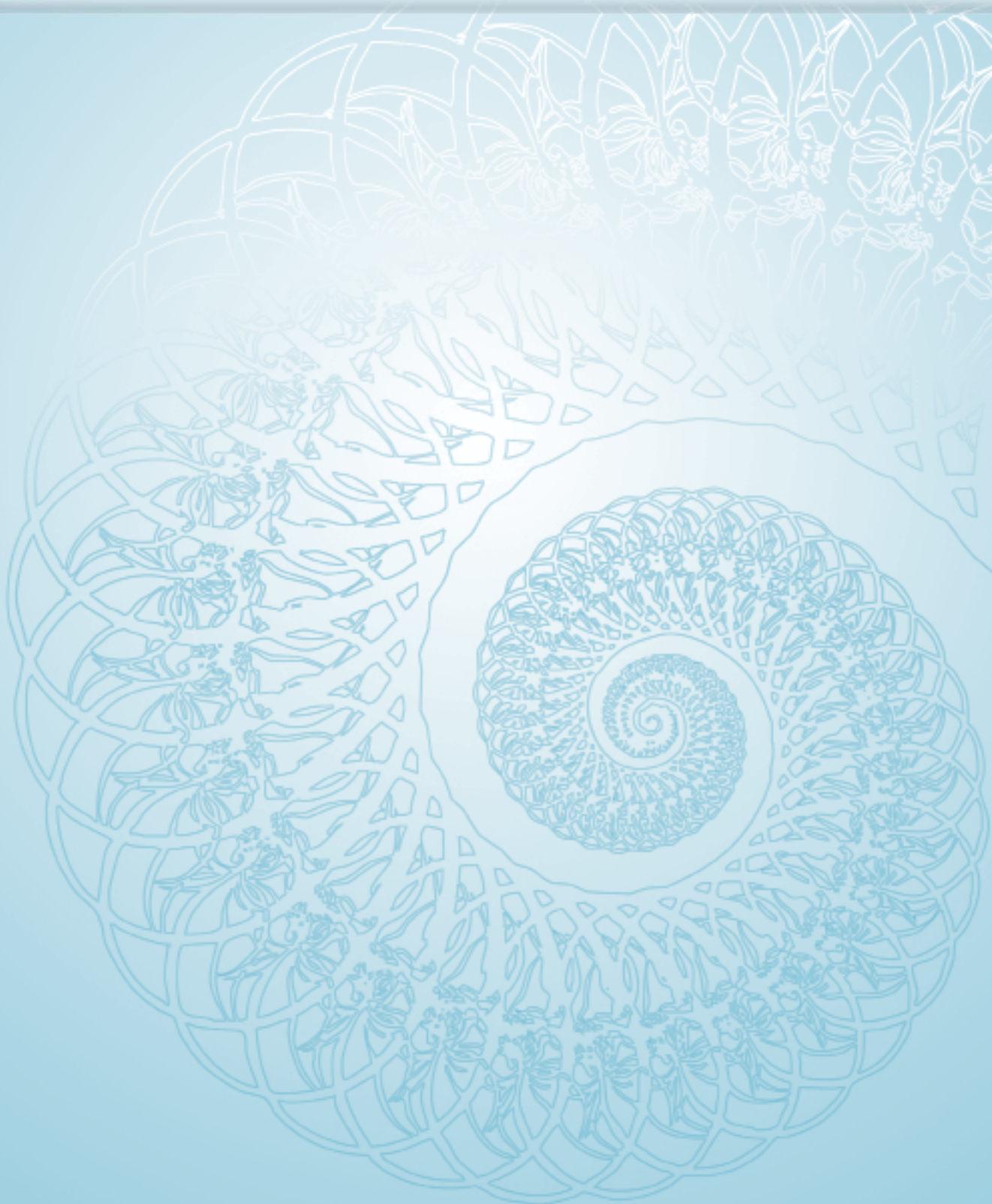
## ***Cuestionarios de currículo***

El Coordinador Nacional de Investigación en cada país es responsable de completar el cuestionario de currículo de Matemáticas y de Ciencias, basándose en los conocimientos de especialistas en currículo y educadores. El cuestionario está diseñado para recoger información básica sobre la organización de los currículos de cada área, para cada país, y sobre el contenido de los temas que se pretenden incluir hasta 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria. También incluye preguntas sobre las políticas de retención y abandono, el análisis del sistema nacional o local, así como, los objetivos y normas para la enseñanza de Matemáticas y Ciencias.

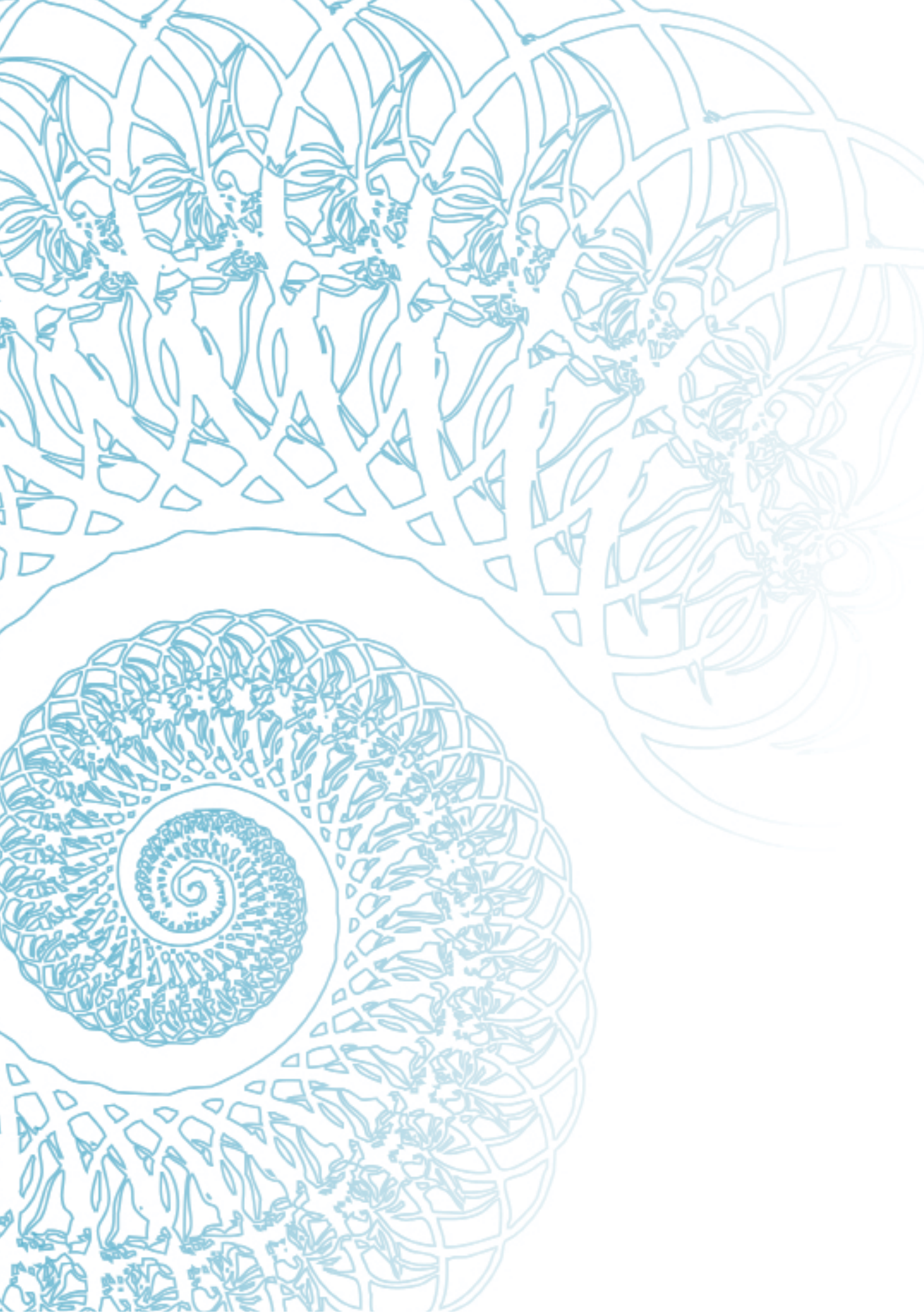
## ***TIMSS 2011 Encyclopedia***

*TIMSS 2011 Encyclopedia* proporciona el contexto para la enseñanza de Matemáticas y Ciencias en los países participantes. Se proporciona información del cuestionario del currículo junto con información sobre los sistemas y políticas educativas de los países, incluyendo el énfasis que se hace en Matemáticas y Ciencias. Además, los currículos de cada país informan acerca del tiempo de enseñanza y el uso de materiales, equipos y tecnología dedicados a la enseñanza. También, en *TIMSS 2011 Encyclopedia*, se describe la formación docente y el desarrollo profesional de los profesores, así como, las informaciones relativas a los exámenes y evaluaciones.

# Referencias bibliográficas







# Referencias bibliográficas

La siguiente serie de obras han sido citadas o consultadas para elaborar los *Marcos de la evaluación de TIMSS 2011*.

- Abadzi, H. (2007, October). *Absenteeism and beyond: Instructional time loss and consequences* (World Bank Policy Research Working Paper Number 4376). Washington, DC: Author.
- Akey, T. M. (2006). *School context, student attitudes and behavior, and academic achievement: An exploratory analysis*. New York: MDRC.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. Oxford, England: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (2000). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: Author.
- American Association for the Advancement of Science. (2001). *Designs for science literacy*. New York: Author.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bos, W., Schwippert, K., & Stubbe, T. C. (2007). Die Koppelung von sozialer Herkunft und Schulerleistung im internationalen Vergleich [The linkage of social background and achievement, an international perspective]. In W. Bos, S. Hornberg, K. H. Arnold, G. Faust, L. Fried, E. M. Lankes, K. Schwippert, & R. Valtin (Eds.), *IGLU 2006: Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 225-247). Munster: Waxmann.
- Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53, 371-399.

- Braun, H., Coley, R., Jia, Y., & Trapani, C. (2009, May). *Exploring what works in science instruction: A look at the eighth-grade science classroom* (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Bruggenkate, G. C. (2009). *Maken schoolleiders het verschil?* [Do school leaders make a difference?]. Unpublished doctoral dissertation. University of Twente, Enschede, Netherlands.
- Butler, L. A. (1997). Building on a dream of success. *Principals*, 76(5), 28-31.
- Champagne, A. B., Kouba, V. L., & Hurley, M. (2000). Assessing inquiry. In J. Minstrell & E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 447-470). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. New York: Routledge.
- Clotfelter, C. T., Ladd, H. F., & Vigdor, J. L. (2007, November). *Are teacher absences worth worrying about in the U.S.?* (NBER Working Paper No. W13648). Cambridge, MA: Authors.
- Clotfelter, C. T., Ladd, H. F., & Vigdor, J. L. (2006, January). *Teacher-student matching and the assessment of teacher effectiveness*. (NBER Working Paper No. 11936). Cambridge, MA: Authors.
- Coley, R. J. (2001, February). *Differences in gender gap: Comparisons across racial/ethnic groups in education and work* (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Cooper, H., Robinson, J. C., & Patall, E. A. (2006). Does homework improve academic achievement? A synthesis of research, 1987-2003. *Review of Educational Research*, 76(1), 1-62.
- Cotton, K. (2003). *Principals and student achievement: What the research says*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Darling-Hammond, L. (1996). The right to learn and the advancement of teaching: Research, policy, and practice for democratic education. *Educational Researcher*, 25(6), 5-17.
- Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57(3), 300-314.
- Davies, B. (Ed.). (2009). *The essentials of school leadership* (2nd ed.). Los Angeles: Sage.
- Dearing, E., Kreider, H., & Weiss, H. B. (2008). Increased family involvement in school predicts improved child-teacher relationships and feelings about school for low-income children. *Marriage & Family Review*, 43(3), 226-254.
- Dee, T. S. (2006). The why chromosome: How a teacher's gender affects boys and girls. *Education Next*, 6(4), 68-75.

- DuFour, R., Eaker, R., & DuFour, R. (2005). Recurring themes of professional learning communities and the assumption they challenge. In DuFour, E., & DuFour, R. (Eds.), *On common ground: The power of professional learning communities* (pp. 7-29). Bloomington, IN: National Education Service.
- Epstein, J. L. (2001). *School and family partnerships: Preparing educators and improving schools*. Boulder, CO: Westview.
- Erberber, E. (2009). *Analyzing Turkey's data from TIMSS 2007 to investigate regional disparities in eighth grade science achievement*. Unpublished doctoral dissertation, Boston College, Massachusetts.
- Ertmer, P. (2003). Transforming teacher education: Visions and strategies. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 124-128.
- Foy, P., Galia, J., & Li, I. (2008). Scaling the data from the TIMSS 2007 mathematics and science assessments. In J. F. Olson, M. O. Martin, & I. V. S. Mullis (Eds.), *TIMSS 2007 technical report* (pp. 225-279). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Goldhaber, D., & Brewer, D. J. (2000). Does teacher certification matter? High school teacher certification status and student achievement. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 22(2), 129-145.
- Gradstein, M., & Schiff, M. (2004, March). *The political economy of social exclusion with implications for immigration policy*. (IZA Discussion Paper No. 1087). Bonn, Germany: Authors.
- Greenberg, E., Skidmore, D., & Rhodes, D. (2004, April). *Climates for learning: mathematics achievement and its relationship to schoolwide student behavior, schoolwide parental involvement, and school morale*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Researchers Association, San Diego, CA.
- Greenwald, R., Hedges, L. V., & Laine, R. D. (1996). The effect of school resources on student achievement. *Review of Educational Research*, 66(3), 361-396.
- Hanushek, E. A., Kain, J. F., O'Brien, D. M., & Rivkin, S. G. (2005, February). *The market for teacher quality*. (NBER Working Paper No. 11154). Cambridge, MA: Authors.
- Haveman, R., & Wolfe, B. (2008). The determinants of children's attainments: A review of methods and findings. *Journal of Economic Literature*, 33(4), 1829-1878.
- Henson, R. (2002). From adolescent angst to adulthood: Substantive implications and measurement dilemmas in the development of teacher efficacy research. *Educational Psychologist*, 37(3), 137-150.
- Hill, H. C., & Lubienski, S. T. (2007). Teachers' mathematics knowledge for teaching and school context: A study of California teachers. *Educational Policy*, 21(5), 747-768.

- Hill, P. T., & Christensen, J. (2007). Safety and order in charter and traditional public schools. In R. Lake (Ed.) *Hopes, fears, and reality*. Seattle, WA: Center on Reinventing Public Education.
- Johansone, I. (2009). *Managing primary education in Latvia to assure quality and achievement equity*. Unpublished doctoral dissertation, University of Latvia, Riga, Latvia.
- Johnson, S. M., Berg, J. H., & Donaldson, M. L. (2005). *Who stays in teaching and why: A review of the literature on teacher retention*. Cambridge: Harvard Graduate School of Education.
- Kirsch, I. S., Braun, H., Yamamoto, K., & Sum, A. (2007, January). *America's perfect storm: Three forces changing our nation's future* (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Klonsky, M. (2002). How smaller schools prevent school violence. *Educational Leadership*, 59(5), 65-69.
- Kurtz-Costes, B. E., & Schneider, W. (1994). Self-concept, attributional beliefs, and school achievement: A longitudinal analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 19(2), 199-216.
- Laffey, J. M., Espinosa, L., Moore, J., & Lodree, A. (2003). Supporting learning and behavior of at-risk young children: Computers in urban education. *Journal of Research on Technology in Education*, 35(4), 423-440.
- Lee, J. S., & Bowen, N. K. (2006). Parent involvement, cultural capital, and the achievement gap among elementary school children. *American Educational Research Journal*, 43(2), 193-218.
- Lee, J., & Barro, R. J. (2001). Schooling quality in a cross-section of countries. *Economica, New Series*, 68(272), 465-488.
- Lolock, L. (2001). *The foreign-born population in the United States: March 2000*. (U.S. Census Bureau Report No. P20-534). Washington, DC: US Department of Commerce.
- Louis, K. S., Kruse, S., & Raywid, M. A. (1996). Putting teachers at the center of reform. *NAESP Bulletin*, 80(580), 9-21.
- Lundberg, I., & Linnakyla, P. (1993). *Teaching reading around the world*. Hamburg, Germany: IEA.
- Manalo, E., Bunnell, J. K., & Stillman, J. A. (2000). The use of process mnemonics in teaching students with mathematics learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 23(2), 137-156.
- Marks, G. N., Cresswell, J., & Ainley, J. (2006). Explaining socioeconomic inequalities in student achievement: The role of home and school factors. *Educational Research and Evaluation*, 12(2), 105-128.

- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Foy, P. (with Olson, J. F., Erberber, E., Preuschoff, C., & Galia, J.). (2008). *TIMSS 2007 international science report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gregory, K. D., Hoyle, C., & Shen, C. (2000). *Effective schools in science and mathematics*. Chestnut Hill, MA: International Study Center, Boston College.
- Marzano, R. J., Waters, T., & McNulty, B. A. (2005). *School leadership that works: From research to results*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mayer, D. P., Mullens, J. E., & Moore, M. T. (2000). *Monitoring school quality: An indicators report* (NCES Statistical Analysis Report No. 2001-030). Washington, DC: U.S. Department of Education.
- McGraw, R., Lubienski, S. T., & Strutchens, M. E. (2006). A closer look at gender in NAEP mathematics achievement and affect data: Intersections with achievement, race/ethnicity, and socioeconomic status. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(2), 129-150.
- McLaughlin, M., McGrath, D. J., Burian-Fitzgerald, M. A., Lanahan, L., Scotchmer, M., Enyeart, C., & Salganik, L. (2005, April). *Student content engagement as a construct for the measurement of effective classroom instruction and teacher knowledge*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Researchers Association, Montreal, Canada.
- Melhuish, E. C., Phan, M. B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (2008). Effects of the home learning environment and preschool center experiences upon literacy and numeracy development in early primary school. *Journal of Social Issues*, 64(1), 95-114.
- Miller, R., Murnane, R. J., & Willett, J. B. (2007, August). *Do teacher absences impact student achievement? Longitudinal evidence from one urban school district* (NBER Working Paper Number No.W13356). Cambridge, MA: Authors.
- Moskowitz, J., & Stephens, M. (Eds.). (1997). *From students of teaching to teachers of students: Teacher induction around the pacific rim*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Foy, P. (with Olson, J. F., Preuschoff, C., Erberber, E., Arora, A., & Galia, J.). (2008). *TIMSS 2007 international mathematics report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Olson, J. F., Berger, D. R., Milne, D., & Stanco, G. M. (Eds.). (2008). *TIMSS 2007 encyclopedia: A guide to mathematics and science education around the world*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I. V. S. & Martin, M. O. (2009). *TIMSS 2011 item writing guidelines*. (Available from the TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College).
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A., & Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 assessment frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- National Assessment Governing Board. (2009). *Science framework for the 2009 National Assessment of Educational Progress*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- National Center for Education Statistics. (2006). *Variation in the relationships between nonschool factors and student achievement on international assessments* (NCES Statistics in Brief Report No. 2006-014). Washington, DC: U.S. Department of Education.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence*. Reston, VA: NCTM.
- National Education Association. (2008). *Parent, family, community involvement in education* (NEA Policy Brief No. 11). Washington, DC: Author.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy.
- National Science Foundation. (1995). *Innovating and evaluating science education: NSF evaluation forums 1992-94*. Arlington, VA: Author.
- National Science Teachers Association. (2000). *NSTA elementary school pathways to the science standards: Guidelines for moving the vision into practice (2nd ed.)*. Arlington, VA: NSTA.
- National Science Teachers Association. (2000). *NSTA pathways to the standards: Guidelines for moving the vision into practice - Middle school edition (2nd ed.)*. Arlington, VA: NSTA.
- Nye, B., Hedges, N. B., & Konstantopoulos, S. (2001). The long-term effects of small classes in early grades: Lasting benefits in mathematics achievement at grade 9. *Journal of Experimental Education*, 69(3), 245-257.

- Organisation for Economic Co-Operation and Development. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris, France: Author.
- Osher, D., Dwyer, K., & Jimerson, S. R. (2006). Save, supportive and effective schools: Promoting school success to reduce school violence. In S. R. Jimerson & M. J. Furlong (Eds.), *Handbook of school violence and school safety* (pp. 51-71). Mahwah, NJ: LEA Publishers.
- Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686.
- Rivkin, S. G., Hanushek, E. A., & Kain, J. F. (2005). Teachers, schools, and academic achievement. *Econometrica*, 73, 418-458.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Robinson, V. M. J. (2007). *School leadership and student outcomes: Identifying what works and why* (ACEL Monograph Series No. 41). Winmalee, NSW, Australia: Australian Council for Educational Leaders, Inc.
- Saleh, M., Lazonder, A. W., & De Jong, T. (2005). Effects of within-class ability grouping on social interaction, achievement, and motivation. *Instructional Science*, 33(2), 105-119.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Building blocks and cognitive building blocks: Playing to know the world mathematically. *American Journal of Play*, 1(3), 313-337.
- Schmid, C. L. (2001). Educational achievement, language-minority students, and the new second generation. *Sociology of Education*, 74(Extra Issue), 71-87.
- Sheldon, S. B., & Epstein, J. L. (2005). Involvement counts: Family and community partnerships and mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, 98(4), 196-207.
- Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002). Mathematics and science achievement: Effects of motivation, interest, and academic engagement. *Journal of Educational Research*, 95(6), 323-332.
- Taylor, N., & Vinjevold, P. (2000). The new South Africa: Idealism, capacity and the market. In D. Coulby, R. Cowen, & C. Jones, (Eds.), *Education in times of transition*. Sterling, VA: Stylus Publishing, Inc.
- Tillmann, L. C. (2005). Mentoring new teachers: Implications for leadership practice in an urban school. *Educational Administration Quarterly*, 41(4), 609-629.
- Trautwein, U. (2007). The homework-achievement relation reconsidered: Differentiating homework time, homework frequency, and homework effort. *Learning and Instruction*, 17(3), 372-388.

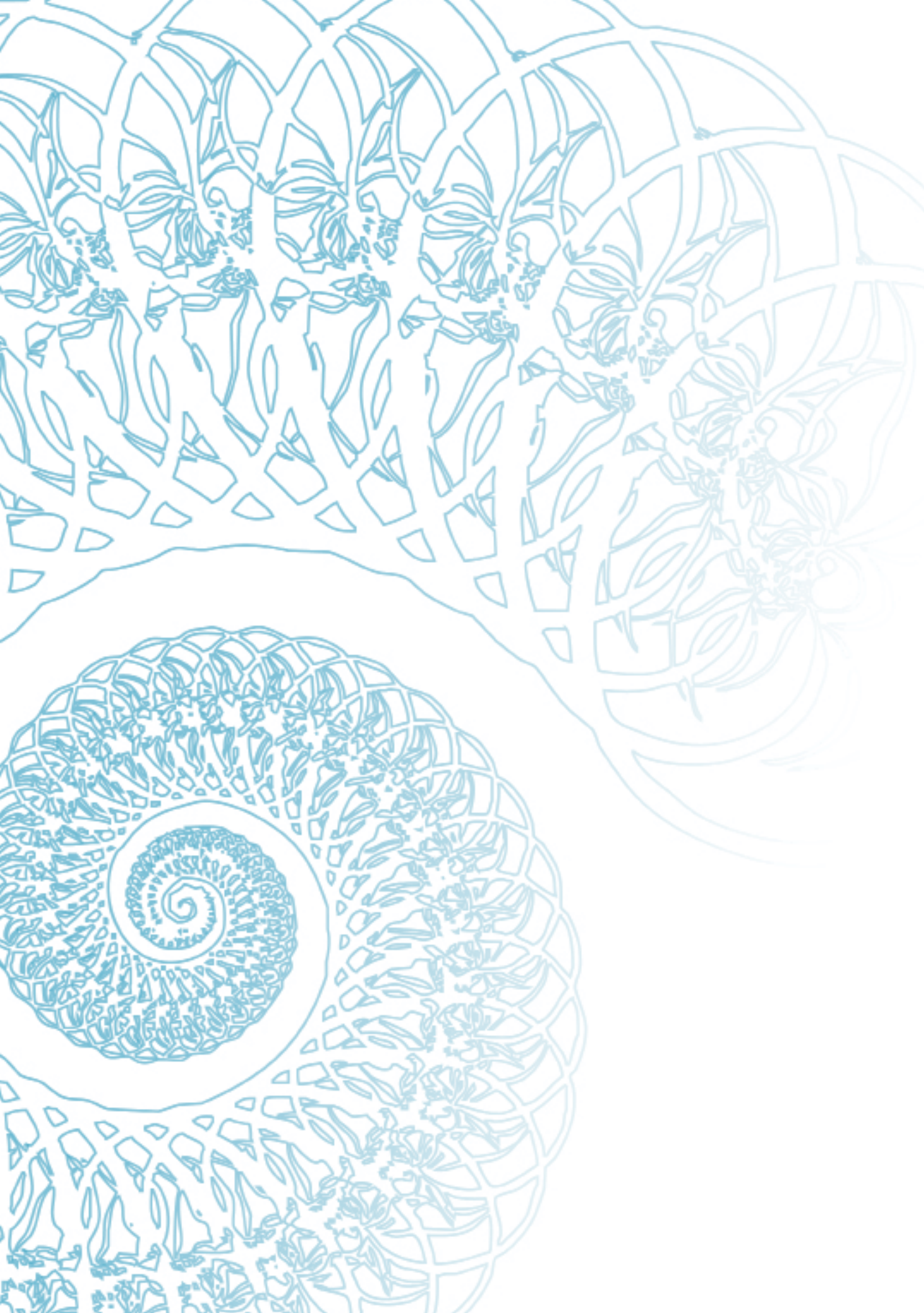


- Trautwein, U., Luedtke, O., Kastens, C., & Koeller, O. (2006). Effort on homework in grades 5 through 9. development, motivational antecedents, and the association with effort on classwork. *Child Development*, 77(4), 1094-1111.
- Trong, K. (2009). *Using PIRLS 2006 to measure equity in reading achievement internationally*. Unpublished doctoral dissertation, Boston College, Massachusetts.
- U.S. Department of Education (2008). *Foundations for Success: The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- UNESCO Institute for Statistics. (1999). *Operational manual for ISCED-1997: International standard classification of education*. Paris: Author.
- UNESCO Institute for Statistics. (2006). *Teachers and educational quality: Monitoring global needs for 2015*. Montreal, Canada: UNESCO Institute for Statistics.
- Wasely, P. A., Fine, M., Gladden, M., Holand, N. E., King, S. P., Mosak, E., & Powell, L. C. (2000). *Small schools: Great strides*. New York: Bank Street College of Education.
- Wenglinsky, H. (1998, September). *Does it compute? The relationship between educational technology and student achievement in mathematics* (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Wenglinsky, H. (2000, October). *How teaching matters: Bringing the classroom back into discussions of teacher quality*. (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- West, J., Denton, K., & Germino-Hausken, E. (2000, February). *America's Kindergartners* (NCES Statistical Analysis Report No. 2000-070). Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Wheelan, S. A., & Kesselring, J. (2005). Link between faculty group development and elementary student performance on standardized tests. *The Journal of Educational Research*, 98(6), 323-330.
- Willms, J. D. (2006). *Learning divides: Ten policy questions about the performance and equity of schools and schooling systems*. Montreal, Canada: UNESCO Institute for Statistics.
- Witzel, B. S., Mercer, C. D., & Miller, M. D. (2003). Teaching algebra to students with learning difficulties: An investigation of an explicit instruction model. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(2), 121-131.
- Woessmann, L. (2004, March). How equal are educational opportunities? Family background and student achievement in Europe and the U.S. (CESifo Working Paper No. 1162). Munich, Germany: Author.
- Yoon, K. S., Duncan, T., Lee, S. W. Y., Scarloss, B., & Shapley, K. L. (2007). *Reviewing the evidence on how teacher professional development affects student achievement* (Institute of Education Sciences Report No. REL 2007-No.033). Washington, DC: U.S. Department of Education.

# Agradecimientos

Anexo

A



# Anexo A

## Agradecimientos

TIMSS es un importante proyecto de la IEA y junto con PIRLS (Estudio Internacional de Progreso en Comprensión Lectora), comprende el núcleo del ciclo regular de estudios de la IEA. Este organismo ha delegado las responsabilidades de la dirección y gestión global de estos dos proyectos al Boston College; dirigido por Michael O. Martin e Ina V. S. Mullis, el centro del estudio está situado en la Lynch School of Education. Para llevar a cabo estos dos ambiciosos estudios internacionales, TIMSS & PIRLS International Study Center trabaja estrechamente con la Secretaría de la IEA en Ámsterdam, con el Centro de Proceso e Investigación de Datos de la IEA en Hamburgo, con la Statistics Canada de Ottawa y con el Educational Testing Service en Princeton, Nueva Jersey. Es especialmente importante la estrecha relación con los Coordinadores Nacionales de Investigación designados por los países participantes como responsables de las complejas tareas que implica poner en práctica los estudios en sus países. En resumen, hacer que TIMSS tenga éxito exige una gran dedicación por parte de muchas personas en todo el mundo, y es de agradecer el trabajo de estas personas en las diversas actividades.

Con cada nuevo ciclo de evaluación de un estudio, una de las tareas más importantes consiste en actualizar los marcos teóricos y las especificaciones de la evaluación. La actualización de los marcos de la evaluación de TIMSS para 2011 comenzó en septiembre de 2008, y ha implicado muchas revisiones y datos aportados por personal de TIMSS & PIRLS International Study Center, de la IEA, de los Coordinadores Nacionales de Investigación y de dos de los comités de expertos de TIMSS - El Comité de Revisión de Ítems de ciencias y matemáticas de TIMSS 2011 y el Comité de Revisión de Ítems de Cuestionario de TIMSS 2011. De todas las personas participantes en TIMSS gracias a las cuales se ha desarrollado exitosamente el estudio, se quiere reconocer aquí la responsabilidad y dedicación especial de algunas de ellas en el desarrollo y la producción de la publicación, Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación de TIMSS 2011.

## **DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO DE TIMSS 2011 EN EL CENTRO DE ESTUDIOS INTERNACIONALES DE BOSTON COLLEGE**

Ina V.S. Mullis, Director Ejecutivo, TIMSS & PIRLS

Michael O. Martin, Director Ejecutivo, TIMSS & PIRLS

Ebru Erberber, Investigador Asociado, TIMSS

Corinna Preuschoff, Investigador Asociado, TIMSS

Gabrielle Stanco, Investigador Asociado, TIMSS

Ryan Auster, Adjunto Graduado, TIMSS

Jiefang Hu, Adjunto Graduado, TIMSS

Karen Lam, Adjunto Graduado, TIMSS

### **COORDINADORES Y ASESORES DE DESARROLLO DE TIMSS 2011**

Los coordinadores y asesores de desarrollo de TIMSS 2011 han trabajado con el Centro de Estudios Internacionales TIMSS y PIRLS en el desarrollo de los objetivos del Marco teórico y especificaciones de la evaluación de Ciencias y Matemáticas de TIMSS 2011 y en la preparación de los respectivos capítulos.

Graham J. Ruddock, Coordinador de Matemáticas, National Foundation for Educational Research, Inglaterra, Christine Y. O'Sullivan, Coordinadora de Ciencias, K-12 Consulting, Inc., Estados Unidos, Berinderjeet Kaur, Consultor de Matemáticas, AG National Institute of Education, Singapur, Helen Lye, Consultora de Ciencias y, el Australian Council for Educational Research.

## DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO DE TIMSS 2011 EN LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EDUCATIVO (IEA)

La IEA proporciona un apoyo global en la coordinación de TIMSS. La Secretaría, situada en Ámsterdam, tiene una particular responsabilidad sobre la pertenencia de los miembros, verificación de la traducción y contratación de observadores para el control de calidad. El Centro de Proceso de Datos e Investigación, situado en Hamburgo, es responsable de la exactitud y consistencia de la base de datos de TIMSS dentro de los distintos países y entre los mismos. Las siguientes personas han participado en las revisiones de los Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación de TIMSS 2011.

Hans Wagemaker. Director Ejecutivo, IEA.

Barbara Malak. Directora: Relaciones con los miembros de la IEA.

Oliver Neuschmidt, Juliane Hencke. Co-directores: Proceso de datos TIMSS y PIRLS.

## COMITÉ DE REVISIÓN DE ÍTEMS DE CIENCIAS Y MATEMÁTICAS DE TIMSS 2011

El Comité de Revisión de Ítems de Ciencias y Matemáticas (Science and Mathematics Item Review Committee: SMIRC) ha trabajado con personal del Centro de Estudios Internacionales en el desarrollo de todos los aspectos de los marcos teóricos y especialmente del Marco teórico de las Matemáticas de TIMSS 2011 y de Marco teórico de las Ciencias de TIMSS 2011. Han hecho recomendaciones en cuanto a los dominios cognitivo y de contenido, así como sobre sus áreas y objetivos temáticos.

### Matemáticas

Christoph Selter

TU Dortmund Mathematics

Department

ALEMANIA

Kiril Bankov

Universidad de Sofía

BULGARIA

Karen Manriquez  
Ministerio de Educación  
CHILE

Fou-Lai Lin  
National Taiwan Normal University  
TAIPEI CHINO

Khattab Mohammad Ahmad  
Abulibdeh  
National Center for Human  
Resources Development  
JORDANIA

Robert Garden  
NUEVA ZELANDA

Liv Sissel Grønmo  
Universidad de Oslo, ILS  
NORUEGA

Mary Lindquist  
ESTADOS UNIDOS

Hung-Hsi Wu  
Universidad de California, Berkeley  
ESTADOS UNIDOS

## Ciencias

Martina Kekule  
Charles University en Praga  
REPÚBLICA CHECA

Jouni Viiri  
Universidad de Jyvaskyla  
FINLANDIA

Saulė Vingelienė  
Centro de Desarrollo Educativo  
LITUANIA

Berenice Michels  
Instituto Nacional para el Desarrollo del  
Currículo  
PAÍSES BAJOS

Mariam Mohammad Ahmed  
Instituto de Evaluación  
QATAR

Gabriela Noveanu  
Instituto de Ciencias Educativas  
RUMANÍA

Galina Kovaleva  
Academia Rusa de Educación  
FEDERACIÓN RUSA

Wolfgang Dietrich  
Agencia Nacional de Educación  
SUECIA

María Pilar Jiménez Aleixandre  
Universidade de Santiago de  
Compostela  
ESPAÑA

Gerry Wheeler  
ESTADOS UNIDOS

## COMITÉ DE REVISIÓN DE ÍTEMS DEL CUESTIONARIO TIMSS 2011

El Comité de revisión de ítems del cuestionario TIMSS 2011 (QIRC) está compuesto por los Coordinadores Nacionales de Investigación TIMSS 2011 que tienen responsabilidades especiales de participación en el desarrollo del marco contextual y de los cuestionarios generales de TIMSS 2011.

Wilfried Bos  
Universidad de Dortmund  
ALEMANIA

Patrick Gonzales  
Centro Nacional de Estadísticas de  
Educación  
ESTADOS UNIDOS

Sue Thomson  
Consejo Australiano para la Investiga-  
ción Educativa  
AUSTRALIA

Clara Rosaline Anumel  
Servicio de Educación de Ghana  
GHANA

Naima Hassan  
Centro Nacional de Evaluación de  
Exámenes y Educación  
EGIPTO

Frederick Leung  
Universidad de Hong Kong  
HONG KONG SAR

Barbara Japelj Pavesic  
Instituto de Investigación Educativa  
ESLOVENIA

Linda Sturman  
Fundación Nacional de Investigación de  
la Educación  
INGLATERRA



Martina Meelissen  
Universidad de Twente  
PAÍSES BAJOS

Josef Basl  
Instituto para la Información en  
Educación  
REPÚBLICA CHECA

## COORDINADORES NACIONALES DE INVESTIGACIÓN DE TIMSS 2011

Los Coordinadores Nacionales de Investigación de TIMSS 2011 trabajan con el personal de TIMSS en diversas áreas para asegurar que el estudio responde a sus preocupaciones, tanto en lo que se refiere a las directrices como a la práctica, y son responsables de aplicar el estudio en sus países. Los Coordinadores Nacionales de Investigación de TIMSS 2011 han participado en las revisiones de los Marcos teóricos y especificaciones de la evaluación de TIMSS 2011.

### ALEMANIA

Wilfried Bos  
Dentro de Investigación de Desarrollo  
Escolar  
Universidad de Dortmund

### ARABIA SAUDITA

Saleh Alshumrani  
Ministerio de Educación

### ARGELIA

Samia Mezaib  
Subdirectora de Evaluación  
Ministere de l'Education

### ARMENIA

Arsen Baghdasaryan  
Yerevan State University

### AUSTRALIA

Sue Thomson  
Australian Council for Educational  
Research

### AUSTRIA

Birgit Suchan  
Bundesinstitut fuer Bildungsforschung,  
Innovation und Entwicklung des Oester-  
reichischen Schulwesens (BIFIE)

### AZERBAIJAN

Ulviya Mikailova  
Ministerio de Educación

### BAHRAIN

Huda Al-Awadi  
Asesor de Investigación y Estudios,  
Oficina del Ministro  
Ministerio de Educación

### BOSNIA Y HERZEGOVINA

Zaneta Dzumhur  
Agencia de Educación Preescolar,  
Primaria y Secundaria

#### BOTSWANA

Monamodi Kesamang  
Botswana Examinations Council

#### BULGARIA

Marina Vasileva Mavrodieva  
Centro para el Control y Evaluación de  
la Calidad en Educación

#### CHILE

Johanna Gubler Santander  
Ministerio de Educación

#### DINAMARCA

Peter Allerup  
The Danish University of Education

#### EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

Nada Abu Baker Husain Ruban  
Ministerio de Educación

#### EGIPTO

Naguib Khouzam  
Centro Nacional de Exámenes y Eva-  
luación de la Educación

#### ESCOCIA

Linda Sturman  
National Foundation for Educational  
Research

#### ESLOVENIA

Barbara Japelj Pavesic  
Instituto de Investigación Educativa

#### ESPAÑA

Jesús Domínguez Castillo  
Ministerio de Educación Cultura y  
Deporte  
Instituto Nacional de Evaluación  
Educativa

#### ESTADOS UNIDOS

Patrick Gonzales  
National Center for Education Statistics

#### FEDERACIÓN RUSA

Galina Kovaleva  
Academia Rusa de Educación

#### FINLANDIA

Pekka Kupari  
Instituto Finés de Investigación  
Educativa  
University of Jyväskylä

#### GEORGIA

Dito Patariaia  
Mamuka Jibladze  
Centro de Exámenes Nacionales

#### GHANA

Clara Rosaline Anumel  
División de Inspección  
Ghana Education Service

#### HONDURAS

Renan Rapalo Casteilanos  
Secretaría de Educacion-UPNFM

#### HONG KONG SAR

Frederick Leung  
Faculty of Education  
The University of Hong Kong

#### HUNGRÍA

Ildiko Szepesi  
Autoridad Educativa  
Departamento de Evaluación

#### INDONESIA

Burhanuddin Tola  
Instituto de Investigación y Desarrollo  
Educativo  
Ministry of National Education

#### INGLATERRA

Linda Sturman  
Fundación Nacional para la Investigación  
Educativa

#### ISRAEL

Inbal Ron-Kaplan  
National Authority for Measurement  
and Evaluation in Education (RAMA)  
Ministerio de Educación

#### ITALIA

Elisa Caponera  
Istituto Nazionale per la Valutazione del  
Sistema Educativo di Istruzione e di  
Formazione (INVALSI)

#### JAPÓN

Keiichi Nishimura  
Yasushi Ogura  
National Institute for Educational Policy  
Research (NIER)

#### JORDANIA

Khattab Mohammad Ahmad  
Abulibdeh  
Centro Nacional para el Desarrollo de  
los Recursos Humanos

#### KAZAJISTÁN

Bazar Damitov  
Centro Nacional para la Evaluación de la  
Calidad de la Educación

#### KUWAIT

Marzoug Al-Ghounaim  
Ministerio de Educación

#### LETONIA

Andrejs Geske  
Instituto para la Investigación Educativa  
University of Latvia

#### LÍBANO

Leila Maliha Fayad  
Educational Center for Research &  
Development  
Ministerio de Educación

#### LIBIA

Suleiman Mahmoud Khoja  
Ministerio de Educación Superior

#### LITUANIA

Aiste Elijo  
National Examinations Center  
Ministerio de Educación

#### MALASIA

Amir bin Salleh  
Educational Planning & Research Divi-  
sion  
Ministerio de Educación

#### MALTA

Raymond Camilleri  
Ministerio de Educación

#### MAURICIO

Kaviraj Sharma Sukon  
Mauritius College of the Air

#### MONGOLIA

Regsuren Bat-Erdene  
Ministerio de Educación

#### MARRUECOS

Mohammed Sassi  
Département de l'Éducation Nationale  
Centre Nationale de l'Évaluation et des  
Examens

#### NUEVA ZELANDA

Robyn Caygill  
Ministerio de Educación  
Comparative Education Research Unit

#### NORUEGA

Liv Sissel Grønmo  
Universidad de Oslo, ILS

#### OMÁN

Zuwaina Saleh Al-maskari  
Ministerio de Educación

#### PAÍSES BAJOS

Martina Meelissen  
Marjolein Drent  
University of Twente

#### PALESTINA

Mohammed O. Matar Mustafa  
Ministerio de Educación y Centro de  
Evaluación de Educación Superior

#### POLONIA

Krzysztof Konarzewski  
Academia Polaca de Ciencias

#### QATAR

Abdulsattar Mohammed Nagi  
Student Assessment Office

#### REPÚBLICA CHECA

Vladislav Tomasek  
Instituto de Información y Educación

#### REPÚBLICA DE COREA

Kyunghee Kim  
Instituto Coreano de Currículo y  
Evaluación

#### REPÚBLICA ESLOVACA

Paulina Korsnakova  
NUCEM-National Institute for Certified  
Educational Measurements

#### REPÚBLICA ISLÁMICA DE IRÁN

Abdol'azim Karimi  
Ministerio de Educación  
Instituto de Investigación Educativa

#### RUMANÍA

Gabriela Noveanu  
Instituto de Ciencias Educativas

#### SERBIA

Slobodanka Gasic Pavisic  
Instituto de Investigación Educativa

#### SINGAPUR

Pik Yen Lim  
Ministerio de Educación

#### SUDÁFRICA

Vijay Reddy  
Human Sciences Research  
Council (HSRC)

#### SUECIA

Eva Lundgren Skolverket  
República Árabe Siria  
Omar Abou Awn  
Ministerio de Educación

#### TAILANDIA

Precharn Dechsri  
The Institute for the Promotion of  
Teaching Science and Technology

#### TAIPEI CHINO

Chen-yung Lin  
National Taiwan Normal University

## TÚNEZ

Nejib Ayed  
Centre National d'Innovation  
Pedagogique et de Recherche en  
Education

## TURQUÍA

Halil Rahman Acar  
Educational Research & Development  
Directorate  
Ministerio de Educación Nacional

## UCRANIA

Nataliia Prokopenko  
Ministerio de Educación y Ciencias de  
Ucrania

## YEMEN

Tawfiq Ahmad Al-Mekhlafy  
Ministerio de Educación  
Educational Research & Development  
Centre

## PARTICIPANTES EN PRUEBAS DE REFERENCIA

### ALBERTA, CANADÁ

Ping Yang  
Alberta Education  
Learner Assessment Branch

### BRITISH COLUMBIA, CANADÁ

Britta Gundersen-Bryden  
Ministerio de Educación

### DUBAI, EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

Zulaikha Mohamed  
Knowledge & Human Development  
Authority  
Government of Dubai

### ONTARIO, CANADÁ

Michael Kozlow  
Education Quality and Accountability  
Office

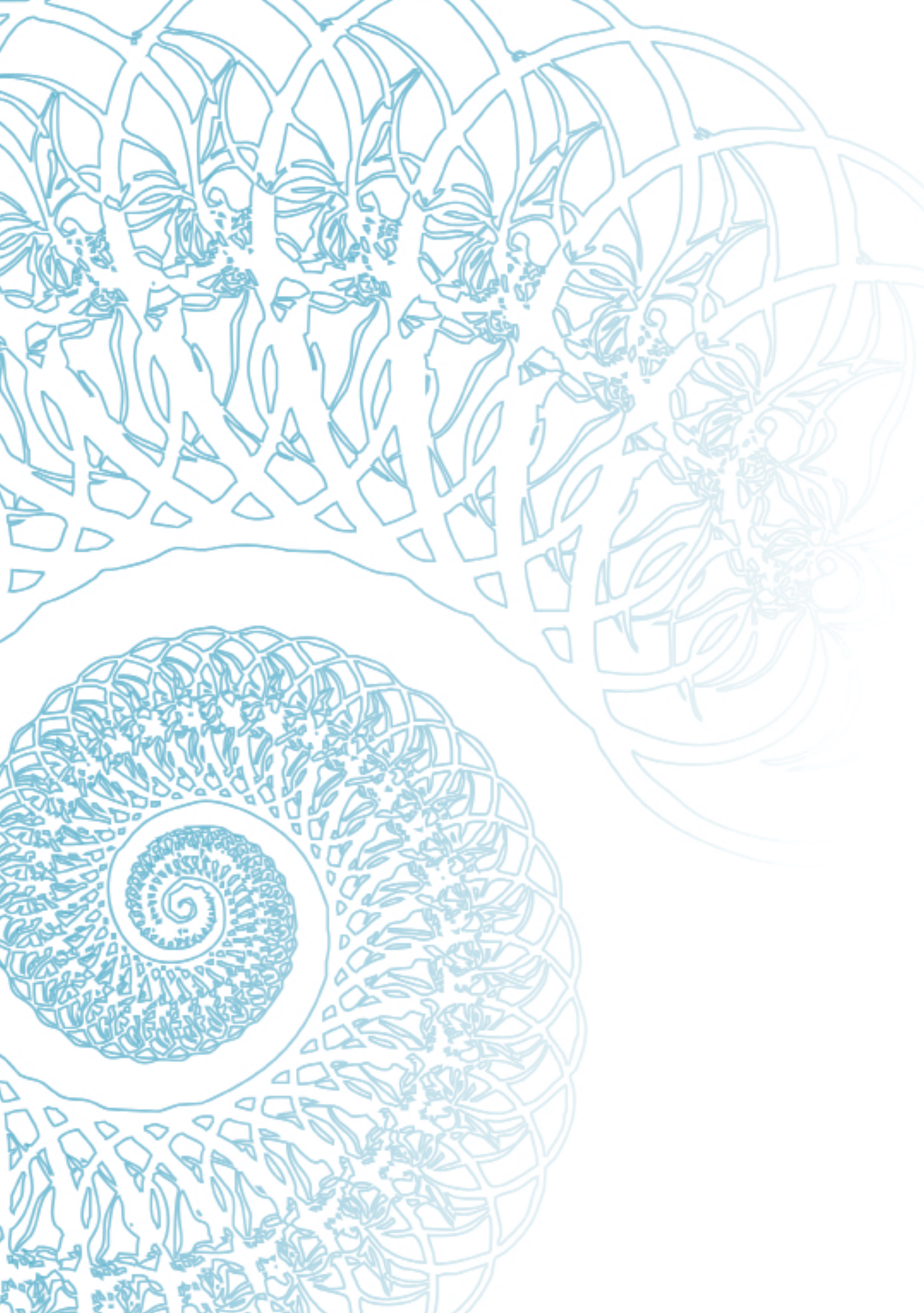
### QUEBEC, CANADÁ

Robert Marcotte  
Direction de la sanction des etudes

# Ejemplos de ítems de Matemáticas

Anexo

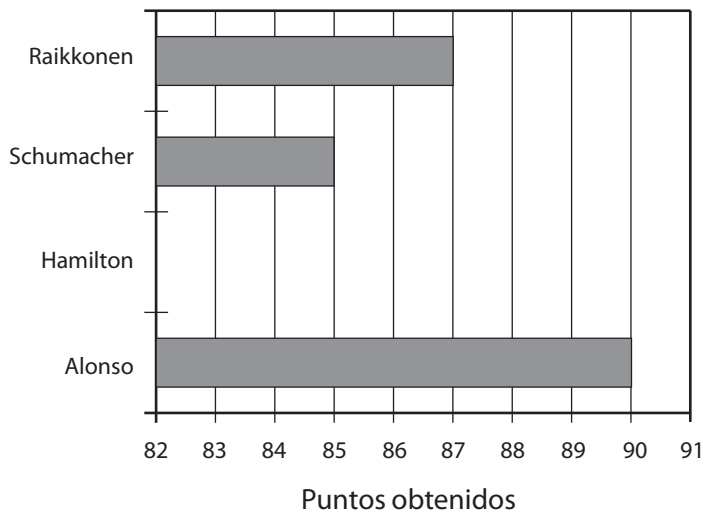
**B**



Una estantería mide 240 cm de largo. Roberto está colocando cajas en ella. Cada caja ocupa un espacio de 20 cm en la estantería. ¿Cuál de las siguientes operaciones muestra el número de cajas que puede colocar Roberto en la estantería? El número de cajas está representado por un ▲.

- (A)  $240 - 20 = \blacktriangle$
- (B)  $240 \div 20 = \blacktriangle$
- (C)  $240 + 20 = \blacktriangle$
- (D)  $240 \times 20 = \blacktriangle$

Este gráfico muestra los puntos obtenidos por 4 pilotos en el campeonato de Fórmula 1. Alonso va el primero y Hamilton el tercero. Dibuja una barra que muestre cuántos puntos ha conseguido Hamilton.









Alberto quería averiguar cuánto pesaba su gato. Primero se pesó él, y vio que la báscula marcaba 57 kg. Luego se subió a la báscula con el gato en brazos, y vio que marcaba 62 kg.

¿Cuánto pesaba el gato en kilogramos?

Respuesta: \_\_\_\_\_ kilogramos

La gráfica muestra el número de manzanas que ha recogido Juan cada día.

Cada  representa 10 manzanas

Lunes	
Martes	
Miércoles	
Jueves	

¿Qué día recogió Juan 5 manzanas?

- (A) Lunes
- (B) Martes
- (C) Miércoles
- (D) Jueves

Figura P

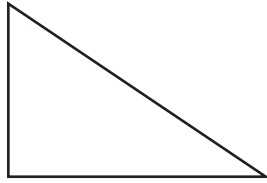
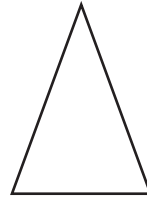
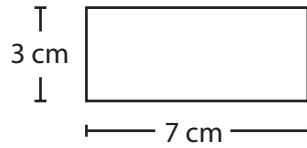


Figura Q



A continuación se muestran dos figuras. Describe un aspecto en el que sean iguales y un aspecto en el que sean distintas.

- A. Iguales
  
- B. Distintas



¿Cuál es el perímetro de este rectángulo?

- (A) 7 cm
- (B) 10 cm
- (C) 20 cm
- (D) 21 cm



# Ejemplos de ítems de Ciencias

Anexo

C



Mario y Daniela tenían cada uno una semilla de girasol, procedentes de la misma planta. Cogieron dos tiestos idénticos y los llenaron de tierra. Luego plantaron una semilla en cada tiesto. Mario cuidó de uno de los tiestos en su casa, y Daniela cuidó del otro en la suya.

Después de algún tiempo, compararon las plantas y vieron que había una gran diferencia en su crecimiento, tal y como muestra el dibujo.



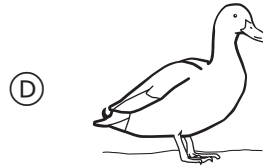
Planta de Mario



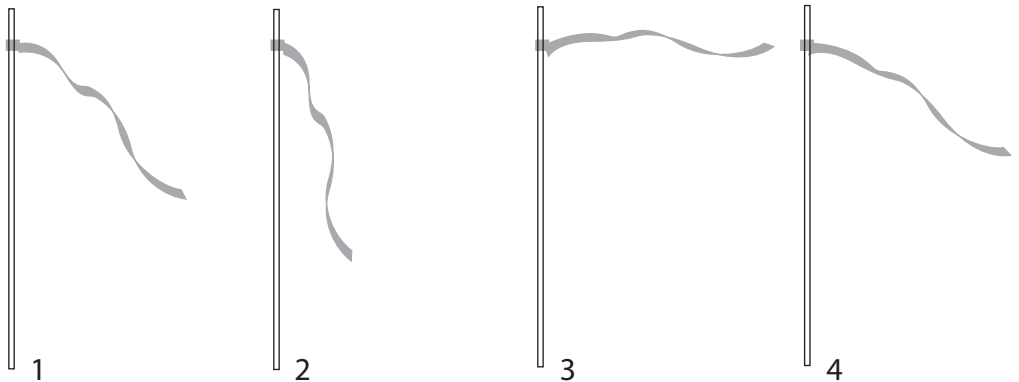
Planta de Daniela

Describe una cosa que puede haber hecho Mario al cuidar de su planta y que no ha hecho Daniela.

¿Cuál de estos pájaros es más probable que coma pequeños mamíferos?

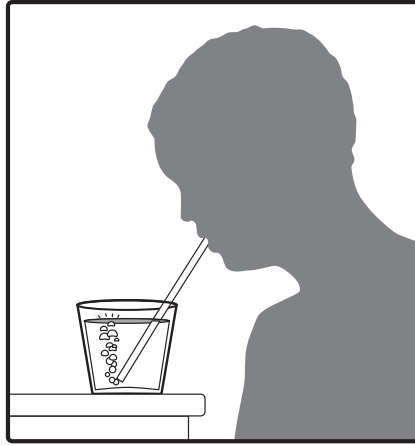


Se ha atado una cinta a un palo para medir la fuerza del viento, tal y como muestra el dibujo.



Escribe los números 1, 2, 3 y 4 en el orden correcto, de manera que indiquen la fuerza del viento de **más fuerte a menos fuerte**.

Respuesta: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_



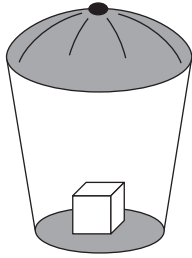
Quando soplas dentro de un vaso de agua con una pajita, se forman burbujas que suben a la superficie. ¿Por qué suben las burbujas en el agua?

¿Cuál es la principal razón por la que podemos ver la Luna?

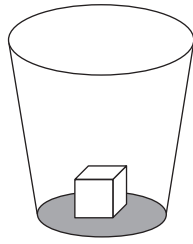
- (A) La Luna refleja la luz de la Tierra.
- (B) La Luna refleja la luz del Sol.
- (C) La Luna produce su propia luz.
- (D) La Luna es más grande que las estrellas.



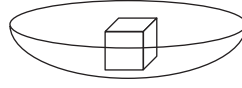
¿Qué cubito de hielo tardará más tiempo en derretirse?



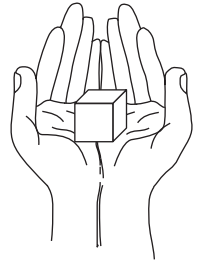
(A)



(B)



(C)



(D)



**TIMSS & PIRLS**  
International Study Center  
Lynch School of Education, Boston College



BOSTON  
COLLEGE



[timssandpirls.bc.edu](http://timssandpirls.bc.edu)

Copyright © 2009 International Association for the  
Evaluation of Educational Achievement (IEA)

