

La evaluación externa en el área de ciencias

a través de las pruebas masivas a gran escala PISA y TIMSS

Análisis del desempeño de estudiantes colombianos y españoles
a través de la comparación

María Cristina Gamboa Mora

Otros títulos de esta
colección:

¿Curiosidad para la
creatividad? Lectura crítica
de las visitas escolares a
Maloka

María Aracelly Quiñones

María del Pilar Jaramillo Mantilla

Experiencias educativas y
prácticas pedagógicas en la
Universidad Distrital

Flor Alba Santamaría Valero

Historia, juventudes y
política: de la Escuela
Republicana del siglo XIX
a las élites y juventudes
políticas en los gobiernos
del siglo XX en Colombia

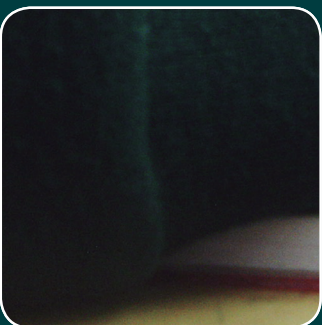
Luisa Fernanda Cortés Navarro

Carlos Arturo Reina Rodríguez

Este libro analiza las pruebas masivas internacionales en el área de ciencias, estableciendo qué evalúan, cómo se estima la competencia científica, el currículo logrado y la motivación, como posibles factores asociados en el desempeño de los estudiantes españoles y colombianos, y describiendo las fortalezas y debilidades en el currículo del área. Así mismo, se comparan los niveles de desempeño que tienen los estudiantes colombianos y españoles en la pruebas PISA 2006-2009 y TIMSS 2007. En la prueba TIMSS 2007, España participa a través de la comunidad autónoma (País Vasco-Euskadi). Se hacen recomendaciones y propuestas desde la comprensión de la intervención de la didáctica en el proceso de aprendizaje para la mejora del rendimiento de los estudiantes en el área de ciencias y para la comprensión del mundo desde la complejidad. Lo anterior se da desde la concepción contemporánea de ciencia, o ciencia emergente, que concibe necesario para la comprensión de los fenómenos naturales y su enseñanza la integralidad de los procesos naturales, que ya no son los elementos sueltos, sino la invitación a pensar desde la realidad.

María Cristina Gamboa Mora

La evaluación externa en el área de ciencias



María Cristina
Gamboa Mora

Licenciada en Química y Biología y especialista en Análisis de Datos de la Universidad de La Salle, magíster en Docencia de la Química, de la Universidad Pedagógica Nacional, doctoranda en Innovación e Investigación en Didáctica, de la UNED-España. Líder y miembro fundador del grupo de investigación “Ambientes de enseñanza aprendizaje de las ciencias básicas”. Docente asistente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, en la Escuela de Ciencias de la Educación. Docente catedrática de Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



La evaluación externa en el área de ciencias
a través de las pruebas masivas a gran
escala PISA y TIMSS

La evaluación externa en el área de ciencias a través de las pruebas masivas a gran escala PISA y TIMSS

Análisis del desempeño de estudiantes colombianos y españoles
a través de la comparación

María Cristina Gamboa Mora

COLECCIÓN



AGRADECIMIENTOS

A Santiago Castillo Arredondo, por sus enseñanzas en el plano personal y profesional. A María Julia Rubio Roldán, por su apoyo incondicional. A la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. En especial a la Facultad de Educación y su programa de Doctorado en Innovación e Investigación en Didáctica, ámbito en el cual se desarrolló esta investigación. A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, instituciones de educación superior en Colombia que promueven y apoyan la investigación y los resultados del proceso que realizan sus docentes.

DEDICATORIA

A Dios, fuerza vital que siempre me ha bendecido.
A mis padres, ejemplos de vida real.
A Álvaro, mi esposo, que ha hecho cosas valiosas por mí y a
Alexander, mi hijo, gestor de muchos cambios en mi vida.
A Anamaría y Dana Lorena, las princesas de papá
Anama, la ilusión
Lola, mi cuba.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, donde sueño construir proyectos de impacto que me permitan crecer personal y profesionalmente.

A todos lo que de forma directa o indirecta colaboraron en la realización de este trabajo, gracias.

Este es el resultado.



UD
Editorial

COLECCIÓN



© Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico y Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

© María Cristina Gamboa Mora

Primera edición, mayo de 2014

ISBN: 978-958-8832-69-2

Dirección Sección de Publicaciones

Rubén Eliécer Carvajalino C.

Coordinación editorial

Nathalie De la Cuadra N.

Corrección de estilo

Miguel Fernando Niño Roa

Edwin Pardo Salazar

Diagramación y montaje de carátula

Diego Abello Rico

Fotografía

Diego Abello Rico

Editorial UD

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Carrera 19 No. 33 -39.

Teléfono: 3239300 ext. 6203

Correo electrónico: publicaciones@udistrital.edu.co

Gamboa Mora, María Cristina

La evaluación externa en el área de ciencias a través de las pruebas masivas a gran escala PISA Y TIMSS: análisis del desempeño de estudiantes colombianos y españoles a través de la comparación / María Cristina Gamboa Mora.-- Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2014.

342 páginas; 24 cm.-- (Colección Didácticas)

ISBN 978-958-8832-69-2

1. Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes 2. Mediciones y pruebas educativas - Colombia 3. Evaluación académica 4. Rendimiento académico 5. Ciencias - Enseñanza - Evaluación I. Tít. II. Serie.

379.154 cd 21 ed.

A1440979

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Todos los derechos reservados.

Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo escrito de la Sección de Publicaciones de la Universidad Distrital.

Hecho en Colombia



CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	7
DEDICATORIA	9
PRÓLOGO	17
CONTEXTUALIZACIÓN Y MARCO TEÓRICO	21
Introducción	21
Justificación	26
Marco teórico	29
<i>La evaluación</i>	29
<i>Fundamentos teóricos y epistemológicos de las ciencias naturales</i>	34
<i>Educación en ciencias</i>	36
<i>Política educativa colombiana</i>	41
<i>Generalidades de Colombia</i>	41
<i>Constitución Política</i>	44
<i>Ley General de Educación. Ley 115 de 1994</i>	44
<i>Normas Jurídicas del Sistema educativo colombiano</i>	46
<i>Gestión del sistema educativo colombiano</i>	48
<i>Organización del sistema educativo por niveles</i>	51
<i>Educación indígena</i>	57

<i>El currículo</i>	60
<i>Personal docente</i>	62
<i>Política educativa española</i>	67
<i>Generalidades de España</i>	67
<i>Constitución Política</i>	69
<i>Ley General de Educación. Ley Orgánica de Educación de 2006</i>	70
<i>Normas jurídicas del sistema educativo español</i>	72
<i>Gestión del sistema educativo español</i>	74
<i>Estructura del sistema educativo</i>	80
<i>El currículo</i>	89
<i>Aprendizaje a lo largo de la vida</i>	91
<i>Personal docente</i>	92
<i>Estándares curriculares en el área de ciencias</i>	97
<i>Colombia</i>	97
<i>España</i>	105
<i>Evaluación del área de ciencias</i>	128
<i>Colombia</i>	128
<i>España</i>	143
<i>Pruebas masivas internacionales o pruebas a gran escala</i>	162
<i>Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA)</i>	164
<i>Método de la prueba PISA 2006</i>	165
<i>Ámbito de la evaluación en ciencias PISA 2006</i>	166
<i>Generalidades de PISA 2006-2009 en el área de ciencias</i>	167
<i>Contexto de la prueba</i>	168
<i>Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias TIMSS</i>	170
<i>Diseño de la evaluación</i>	172
<i>Cuestionarios de contexto</i>	190
<i>La motivación</i>	194
<i>Factores asociados al desempeño en el área</i>	200
DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	205
<i>Delimitación del tema y formulación del problema a investigar</i>	205
<i>Formulación de la hipótesis de trabajo y de las variables implicadas</i>	206
<i>Hipótesis</i>	206

<i>Variables implicadas</i>	207
Objetivos del proyecto	213
<i>Objetivo general</i>	213
<i>Objetivos específicos</i>	213
Método de investigación	214
<i>La comparación</i>	214
<i>El método comparado</i>	216
<i>Las estrategias en el método comparativo</i>	218
Tipo de investigación	219
<i>Investigación cualitativa - Método comparativo</i>	219
Muestreo	220
Justificación del diseño	221
<i>Ámbito de validez de la investigación comparativa</i>	223
RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	225
Procedimientos	225
Análisis y discusión	226
<i>Delimitación de proyectos base para el análisis de la evaluación externa en el área de ciencias</i>	226
<i>Caracterización de las pruebas empleadas en los proyectos PISA 2006-2009 y TIMSS 2007</i>	226
<i>Análisis de los resultados Colombia y España en PISA 2006-2009: comparación acerca de los niveles de desempeño logrados por parte de los estudiantes colombianos y españoles</i>	232
<i>Comparación entre las mediciones acerca de la motivación</i>	243
<i>Disfrute de las ciencias</i>	244
<i>Motivación fundamental para aprender ciencias</i>	247
<i>Motivación de los alumnos para aprender ciencias orientadas al futuro</i>	248
<i>Análisis de la competencia científica evaluada en la prueba PISA 2006</i>	250
<i>Análisis de los resultados de los estudiantes colombianos y españoles en las pruebas TIMSS 2007</i>	251
<i>Análisis de los ítems que conforman las pruebas TIMSS</i>	261

<i>Determinar la proporción de estudiantes con alta motivación por las ciencias en la prueba PISA 2006</i>	267
<i>Motivación Intrínseca</i>	268
<i>Disfrute de las ciencias</i>	270
<i>Interés por aprender temas de ciencias</i>	272
<i>Lluvia ácida</i>	272
<i>Motivación extrínseca</i>	274
<i>Índice de motivación para aprender ciencias</i>	276
<i>Comparación del rendimiento promedio entre estudiantes colombianos y españoles</i>	278
<i>Estimación por intervalos</i>	278
<i>Intervalo de confianza de la media de una distribución normal con varianza conocida</i>	279
<i>Desarrollo del intervalo de confianza y sus propiedades básicas</i>	279
<i>Intervalo de confianza para el cociente de varianzas</i>	281
<i>Intervalo de confianza para cociente de varianzas</i>	282
<i>Intervalo de confianza para cociente de varianzas</i>	283
<i>Análisis estadístico de las medias muestrales</i>	284
<i>Determinación de las semejanzas y diferencias en el currículo español y colombiano en el área de ciencias</i>	288
<i>Análisis del currículo: Variable currículo y sus dimensiones</i>	292
<i>Análisis de la variable motivación y sus dimensiones</i>	294
<i>Análisis del currículo colombiano y español por dimensiones de comparación heurística</i>	296
CONCLUSIONES Y PROPUESTAS	299
Conclusiones	299
Recomendaciones	304
<i>El saber didáctico</i>	308
<i>Ciencia y tecnología</i>	309
<i>La educación</i>	314
<i>El fin de un modelo didáctico es el aprendizaje</i>	314
<i>La autonomía</i>	317
<i>La innovación en la pedagogía y la didáctica</i>	319
Propuestas de mejora	319

<i>Los propósitos de formación</i>	323
<i>Perfil del educador</i>	323
<i>Perfil ocupacional del educador en el área de ciencias naturales y educación ambiental</i>	325
<i>Competencias</i>	326
BIBLIOGRAFÍA	335

PRÓLOGO

Desde la perspectiva de la propuesta de *Educación, Escuela y Pedagogía Transformadora (EEPT)*, la evaluación es un proceso sistemático y permanente que comprende la búsqueda y obtención de información de diversas fuentes acerca de la calidad de la enseñanza y del aprendizaje, del desempeño, de los avances, del rendimiento, de los logros del educando y del educador; de la calidad de los procedimientos, métodos, técnicas y estrategias empleados por el educador y por el educando en los procesos de enseñanza-aprendizaje y de formación integral; de la organización y análisis de esta información a manera de diagnóstico y de su valoración objetiva; de la determinación de su importancia, coherencia y pertinencia; de conformidad con los objetivos de formación que se esperan alcanzar; todo con el propósito de tomar las mejores decisiones que orienten el aprendizaje y canalizar los esfuerzos de la gestión educativa con el fin de asegurar el éxito de quien aprende y quien enseña.

La evaluación es un proceso que comprende la búsqueda y obtención de información, el diagnóstico acerca de la realidad observada —individual y grupal—, la valoración en conformidad con las metas propuestas, la determinación de los factores que están incidiendo en ella y la toma de decisiones que consecuentemente se derivan de dicho proceso, acciones que se ponen en contexto para asegurar el mejoramiento, permanente progreso y el alcance del éxito.

La evaluación de los aprendizajes en las ciencias naturales y de las competencias cognitivas básicas que se implican, a través de las pruebas masivas a gran escala, como las pruebas PISA y TIMSS, permiten a partir de diagnósticos concretos y objetivos contextualizar apropiadamente los problemas que resultan de algunas variables intervinientes, que afectan el potencial de aprendizaje de los educandos y el desarrollo del pensamiento científico en ellos. En este sentido se destacan los fundamen-

tos teóricos como referentes de formación, los lineamientos curriculares como ámbitos de implementación, las posturas epistemológicas como tendencias y paradigmas que las orientan, las estrategias pedagógicas y didácticas empleadas, la construcción y gestión curricular en las que se desarrollan, las políticas estatales frente a la ciencia, su enseñanza, construcción e implementación en los niveles educativos (básica primaria y secundaria, media vocacional y universitaria), los espacios dinámicos de formación en ciencias naturales y los ambientes de aprendizaje, el desarrollo cognitivo y cognoscitivo de los educandos (su estructura mental, funciones cognitivas, habilidades mentales, operaciones intelectivas, inteligencia naturalística, construcción conceptual), la formación de los formadores en ciencias naturales, entre otras.

Asumir la tarea de clarificar los factores que influyen en el aprendizaje de las ciencias naturales para poder interpretar adecuadamente los procesos y resultados de los mismos es un trabajo serio que permite explorar posibles estrategias de mejoramiento y cualificación, implementarlas, consolidarlas y validarlas con el propósito de asegurar una formación de calidad en ciencias naturales y desarrollar el pensamiento científico en las nuevas generaciones; se propone el objetivo de formar científicos e investigadores que produzcan nuevo saber y no solamente que asuman lo ya construido, esto permite desarrollar el pensamiento divergente, el ingenio, la creatividad, la capacidad de innovación e invención, procesos que con urgencia debe asumir el país, caracterizado por su baja producción científica y el fracaso en la formación en estas áreas de acuerdo a relación con otros países.

El trabajo de investigación *La evaluación externa en el área de ciencias a través de las pruebas masivas a gran escala PISA y TIMSS*, realizado por María Cristina Gamboa Mora, aporta datos fundamentales para comprender los procesos y resultados de la formación del pensamiento científico en Colombia, compararlos con otros países (en este caso con España) y abrir espacios para la reflexión y la construcción de nuevas estrategias (educativas, formativas, pedagógicas, didácticas, curriculares, administrativas y evaluativas) que faciliten, promuevan, implementen y consoliden programas y proyectos coherentes y pertinentes en la formación científica y el desarrollo de las ciencias naturales en un país que lo espera con urgencia.

Felicito a María Cristina Gamboa Mora por este trabajo e invito a los maestros en ciencias, de todas las instituciones educativas, carácter y nivel, a su lectura juiciosa, análisis y evaluación, a tomar postura crítica frente a los resultados obtenidos con fundamentación científica, filosófica, psicológica, sociológica y epistemológica, a transformar las prácticas pedagógicas, didácticas, curriculares, administrativas, educativas y evaluativas para contribuir con el mejoramiento de la calidad investigativa en las instituciones educativas en nuestro país y desde los procesos investigativos, pedagógicos y formativos mejorar las estrategias curriculares y didácticas con la meta de cualificar la formación científica y los procesos de enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales.

Giovanni Marcello Lafrancesco Villegas. Ph.D

Director Corporación Internacional Pedagogía y Escuela Transformadora (Coripet)
Miembro fundador y de número de la Academia Colombiana de Pedagogía y Educación (Acped)

CONTEXTUALIZACIÓN Y MARCO TEÓRICO

Introducción

El análisis de la evaluación externa en el área de ciencias implica determinar los fines y medios que se establecen para su realización, así como la influencia de políticas nacionales e internacionales y el contexto específico de los sistemas educativos. Los resultados del proceso evaluativo se ven influenciados a su vez por diversas acciones o factores. En esta investigación se realiza un análisis de las pruebas masivas internacionales como fuente de información base y se delimitan los factores de estudio para hallar la incidencia del currículo en el desempeño de los estudiantes colombianos y españoles, de igual manera indagamos por los factores que han determinado una prueba masiva que presenta el interés por las ciencias, la motivación fundamental para aprender ciencias y la motivación para aprender ciencias orientadas al futuro. No se desconoce que la evaluación implica un análisis de muchos factores y que encontrar la causalidad en un fenómeno social requiere de varios estudios, no obstante este trabajo se centrará en las pruebas externas, que aunque no son la única fuente de información ni el determinante exclusivo de calidad o rendimiento de los estudiantes es un aspecto actual e importante en el cual se encuentran inmersos los sistemas educativos.

Para darle sentido al análisis de la evaluación en el área de ciencias se revisa la fundamentación epistemológica de las ciencias naturales, se indaga sobre las políticas educativas de los países que se involucran en el estudio, desde lo legislativo, el currículo y el personal docente, que se constituyen en los elementos base para la comparación que se plantea en este estudio.

El contenido de este libro se configura desde este preámbulo, la justificación y la construcción del marco teórico, que organizan sistemáticamente los elementos determinantes en el estudio comparado así:

- I. La evaluación
- II. La fundamentación teórica y epistemológica de las ciencias
- III. La política educativa colombiana
 - Generalidades de Colombia
 - El currículo
 - El personal docente
- IV. La política educativa española
 - Generalidades de España
 - El currículo
 - El personal docente
- V. Los estándares curriculares en el área de ciencias
 - Colombia
 - España
- VI. Evaluación del área de ciencias
 - Colombia
 - España
- VII. Pruebas masivas internacionales o pruebas a gran escala
 - Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA)
 - Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS)
- VIII. La motivación
- IX. Factores asociados al desempeño en el área

Posteriormente se presenta el diseño metodológico de la investigación, desde la delimitación del tema, la formulación de los objetivos del análisis en su primera etapa y del problema a investigar, la enunciación de la hipótesis de trabajo y la definición de las variables implicadas, contemplando el método y tipo de investigación, el muestreo y la justificación del diseño. Para lograr nuestros objetivos se describen las principales posturas sobre la comparación, que sirven de argumento para la elección definitiva que se aplica en este análisis de la evaluación externa, con el fin de dejar entendido desde la teoría qué es lo más pertinente para una comparación con un N pequeño, como ocurre en este caso.

A continuación se presenta la sistematización de la información recolectada, los procedimientos para organizarla mediante la comparación, su análisis y discusión. Final-



mente se resgistran las conclusiones y la propuesta de mejora que se constituye en la segunda fase del análisis a la evaluación del área de ciencias para España y Colombia.

Para iniciar el análisis de la evaluación en el área de ciencias se considera oportuno tener en cuenta que la formación en ciencias de una población determinada les permite a los individuos intervenir en diferentes políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología que los afectan directamente, puesto que conllevan al desarrollo científico y tecnológico que la humanidad requiere día a día. Para Colombia y España esta es una de las necesidades apremiantes del siglo XXI, en el marco de la globalización.

De acuerdo con los planteamientos de Osborne (2006) la ciencia no debe ser un objetivo educativo solo para la élite, la totalidad de la sociedad merece una buena educación científica. Como lo señala el Ministerio de Educación y Cultura (MEC, 2007) existe una creciente demanda de trabajadores con formación científica y tecnológica, sin embargo el número de alumnos que eligen ciencias como opción profesional está disminuyendo, tanto en la Unión Europea en su conjunto como en muchos países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), caso similar sucede en Colombia.

La investigación internacional indica que la calidad de la educación, más que la cantidad, tiene un impacto causal en el crecimiento económico; los países deben aumentar la calidad y la equidad de la educación para que el crecimiento sea sostenible y beneficiar a la población ampliamente. El Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA), *Program for International Student Assessment* (2006), creó un programa de acción que comprende cuatro palancas claves para el cambio (Banco Mundial, 2009, p. 19):

- Continuar participando en las evaluaciones y aprendiendo de ellas
- Permitir a las poblaciones desfavorecidas alcanzar estándares elevados
- Fortalecer el sistema de responsabilización
- Usar los recursos de manera más eficiente

El informe del Banco Mundial (2009) sobre la calidad de la educación y un análisis del PISA 2006, muestra que el desempeño de Colombia es pobre y está por debajo de su potencial en relación con su nivel de ingresos. Colombia estuvo muy abajo del promedio general entre los 57 países participantes de este programa y por debajo de la media entre los países de América Latina y el Caribe. Su desempeño no cumple con lo esperado por su nivel de ingreso per cápita, otros países de ingresos medianos bajos como Jordania e Indonesia logran superar los promedios asociados a su Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, tasa correspondiente a la relación entre el producto interno bruto y la cantidad de habitantes en un país como indicador de bienestar (Banco Mundial, 2009, p. 14).

Por su parte España obtiene un resultado promedio en ciencias de 488 puntos, que lo deja por debajo del promedio OCDE, que para 2006 correspondió a 500 puntos; el resultado de España no implica una diferencia significativa con el resultado total de la OCDE y se ubica por encima del total internacional, que en promedio correspondió a 461.

El promedio de 500 puntos es un número índice que facilita la comparación entre países, la cifra nada tiene que ver con una supuesta calificación (no cabe en modo alguno establecer equivalencias con el valor de los puntos en una escala de 1 a 10). Téngase en cuenta que la puntuación promedio del país que mejores resultados obtuvo corresponde a Finlandia con 563 puntos y la de peores resultados fue Kirguistán con 322 (MEC, 2007, p. 30).

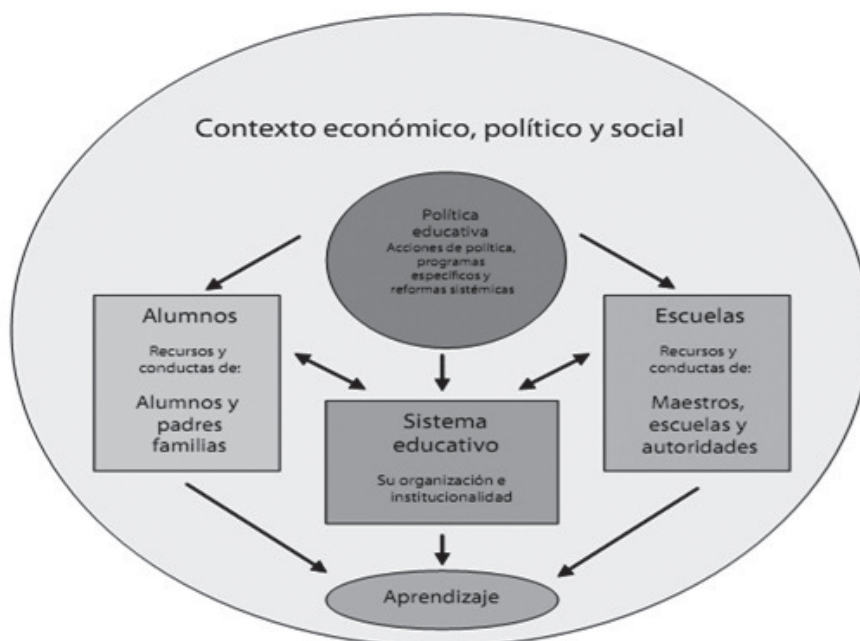
Es pertinente señalar que el logro educativo de los estudiantes importa tanto para el crecimiento económico y el bienestar social nacional como para el bienestar económico, social e individual. En Colombia Vélez y Psacharopoulos (1998) dan pruebas fehacientes de que la educación es un factor determinante de los ingresos en Bogotá, Hanushekl y Kimko (2001), usando datos del Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMMS) descubren que el mejoramiento en las habilidades matemáticas y ciencias tienen un impacto mucho mayor sobre el crecimiento económico que el logrado en el aumento en la escolaridad. Vegas y Petrow (2007), en un reciente estudio del Banco Mundial sobre la educación en América Latina, reconocen que el contexto económico, político y social proporciona el telón de fondo para las interacciones necesarias en el aprendizaje, que se suscitan entre la política educativa, los estudiantes, la escuela y el sistema educativo.

La caracterización de la evaluación en el área de ciencias permitirá establecer la relación existente entre el currículo planteado, el ejecutado y el logrado por los estudiantes en el área de ciencias naturales, entre tanto el análisis del currículo del área visibilizará los requerimientos en las dimensiones disciplinar, pedagógica y evaluativa. La cooperación internacional y la doble titulación son estrategias educativas que pueden articular las ciencias exactas y las ciencias de la educación en el área de ciencias naturales, como una ruta que contribuya al desarrollo científico y tecnológico de los países.

El contexto económico, político y social de los países es determinante en los aprendizajes de los alumnos que se desenvuelven bajo dicha articulación, es importante analizar estos elementos para evaluar el desempeño en el área de ciencias.



Figura 1.1. Marco conceptual del aprendizaje escolar. La política educativa, los alumnos, el sistema educativo son los elementos que se articulan para conformar el contexto económico, político y social de los países



Fuente: Banco Mundial (2009, p. 34).

En el PISA 2006 Finlandia ocupó el primer lugar en competencias científicas; de acuerdo con los resultados de PISA 2006, García (2009) realizó un análisis del contexto español y finlandés a través de un estudio comparado, el fin consistió en presentar los indicadores de los dos sistemas educativos y abrir espacios para discusiones amplias sobre el significado de estar a la vanguardia en políticas de educación y su éxito reflejado en pruebas externas de evaluación, queda abierta la posibilidad con este y otros estudios de evaluación internacional comprender los resultados y los factores que determinan el desempeño de los estudiantes.

La tradición en las prácticas educativas, la disciplina, la autoridad de los profesores frente a los estudiantes y una buena remuneración percibida son algunas de las características detectadas en el sistema educativo finlandés, los docentes se sienten a gusto con lo que hacen. García (2009, p. 41) menciona un conocido eslogan finlandés:

El futuro y el éxito de un pequeño país reside en su educación, su trabajo duro, su alta calidad y su profunda profesionalidad (Rasanen, R., 2006, p. 1). El trabajo duro es un rasgo muy apreciado en la sociedad finlandesa y es una expectativa manifiesta en la escuela y en los hogares.

Finlandia y España tienen características geográficas y económicas más similares que las que se pueden encontrar entre Colombia y España. No obstante es importante señalar que *comparabilidad* no equivale a *semejanza* y *comparación* no es lo mismo que *igualación*. Las hipótesis establecen y determinan el rasgo y la naturaleza específica de la comparabilidad en la investigación (García, 2009, p. 38). Quizás por lo anterior no se encuentra un estudio comparado previo entre estos dos sistemas, se describen y analizan los resultados de desempeño con otros países.

Justificación

El análisis de la evaluación externa en el área de ciencias a través de las pruebas masivas internacionales permitirá conocer el impacto de un sistema educativo particular, acudiendo a elementos como el desempeño de los estudiantes en comparación con otros. Esta acción se realiza con el fin de identificar debilidades y fortalezas, mejorar y responder a los requerimientos de diferentes contextos, en coherencia con los fenómenos de globalización e internacionalización.

Los sistemas educativos, en teoría, deben garantizar a los estudiantes la mejor formación para permitirles competir en el mercado laboral. Si bien las pruebas masivas no son el objetivo de un sistema educativo, sí son un indicador a tener en cuenta para cumplir con los procesos de calidad en la educación. Además las pruebas masivas internacionales a gran escala en el área de ciencias se han construido a través de un trabajo sistemático, juicioso, con rigor metodológico, argumentado e interdisciplinario y en cooperación entre varias disciplinas, como se describe más adelante. Las pruebas se elaboran en coherencia con los paradigmas básicos de evaluación psicométrica, acorde con las necesidades del área.

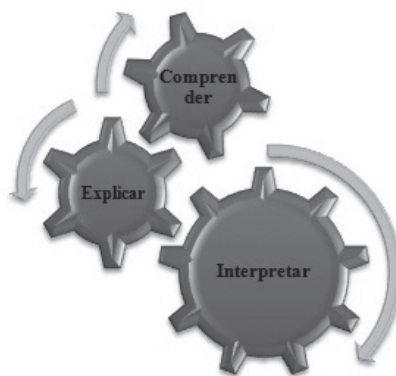
Según Sartori (1994) en la compilación de diversos autores sobre el tema el objetivo de comparar es conocer. Se compara por muchas razones, para aprender de las experiencias de los otros, en los estudios entre países, parangonar “permite conocer el propio país, quien no conoce otros países, no conoce tampoco el propio” (Sartori, 1994, p. 32).

Sartori (1994) siguiendo a Durkheim, Lasswell y Almonds, señala que para ser científico es necesario comparar; la tesis es: quien no compara no hace ciencia y el control en la comparación es más fuerte y atendible si se apoya en comparaciones explícitas y sistemáticas.

Estos primeros planteamientos son fundamentales para seleccionar el método comparado como la herramienta sustantiva para el análisis de la evaluación externa en el área de ciencias; por las bondades explícitas a través de la determinación de fortalezas y debilidades se ha empleado en el análisis de los sistemas políticos entre países y se convierte en una alternativa metodológica para comparar y analizar los dos sistemas educativos en cuestión.



Figura 1.2. *Modelo de articulación de los objetivos de la comparación que representan su utilidad*



Fuente: Sartori (1994).

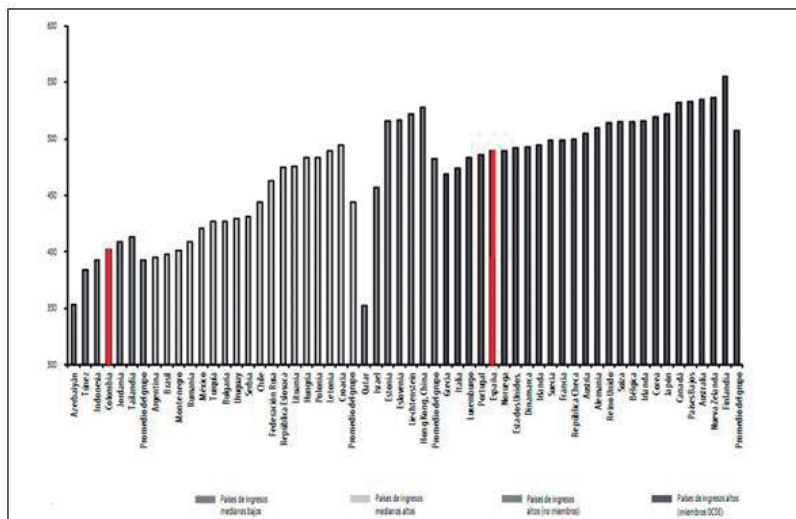
Se trata entonces de explicar la diversidad en términos de características, constituyendo así las fortalezas o debilidades de cada sistema educativo. El corazón del procedimiento comparativo para Sartori (1994) es el control de hipótesis. El procedimiento de control es el aspecto más importante y distintivo de la comparación, el objetivo general de la investigación entre países consiste en entender qué comparar y qué no requiere comparación.

El análisis del currículo en el área de ciencias puede emplearse para fundamentar la toma de decisiones en torno a los programas, actores, instituciones o sistemas que se analizan y se constituyen en el insumo y definir una ruta curricular de formación en ciencias en cooperación internacional, esto le debe permitir a los estudiantes alcanzar resultados en los niveles de desempeño más altos, definidos en las evaluaciones externas del área.

Colombia y España eran países con una marcada diferencia en su nivel de ingresos per cápita para 2006, fecha en la que el Banco Mundial reporta para el PISA un agrupamiento de los países participantes en cuatro categorías: países de ingresos medianos bajos, en el cual se ubicó a Colombia, países de ingresos medianos altos y países de ingresos altos (no miembros de la OCDE) y países de ingresos altos (miembros de la OCDE), en el que se ubicó a España (ver figura 1.3).

El Banco Mundial (2009, p. 14) afirma que “los ingresos per cápita tienden a correlacionarse con el desempeño”. Es importante analizar los resultados registrados, considerando la marcada diferencia en la clasificación PISA 2006 de acuerdo con la gráfica 1.4., en búsqueda de posibles causas del desempeño y alternativas de mejora para el aprendizaje de las ciencias.

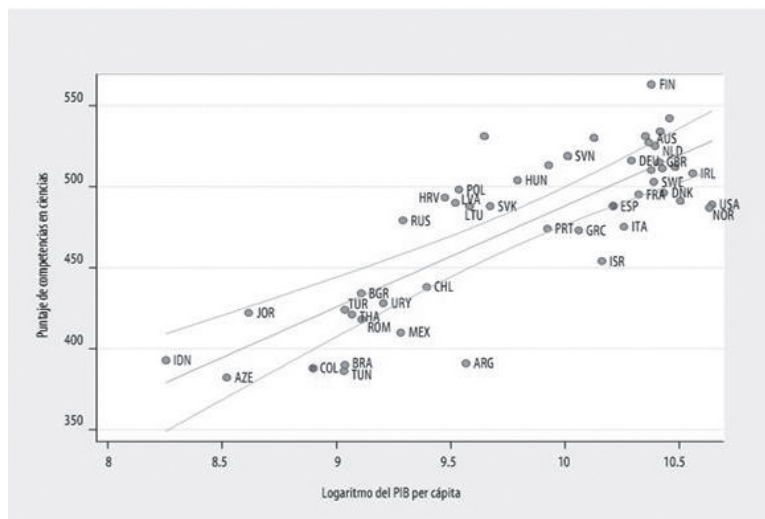
Figura 1.3. Calificación en ciencias de los países participantes en PISA 2006



Fuente: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial (2009).

Es adecuado analizar el desempeño en el área de ciencias de los estudiantes colombianos y españoles teniendo en cuenta que los factores motivacionales son especialmente relevantes en el aprendizaje de las ciencias. En concordancia con los estudios realizados por Vermunt (1996) en el marco de la enseñanza, se indica que con frecuencia existen actitudes fuertemente negativas.

Figura 1.4. Calificación en la prueba de ciencias frente al PIB de los países participantes en PISA 2006



Fuente: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial (2009).



Se evidencia una riqueza en cada cultura y siempre coexiste la oportunidad de aprender al conocer una realidad determinada, un contexto cultural enmarca valores diversos; realizar un estudio comparado entre países de diferente continente pero de igual idioma es una oportunidad desde el lenguaje, puesto que así se facilita la comunicación y no es necesario hacer un marcado uso de la traducción, que puede convertirse en un factor que incite a falsas apreciaciones. En las traducciones, por simples que parezcan, hay implícita una dificultad referente a la cultura, en ocasiones y como lo señala Enkvist (1990) hay que traicionar los detalles para ser fiel en lo esencial, no siempre es suficiente un lenguaje fluido y variado, hay que ser concreto al traducir, esto se convierte en un reto que debe manejarse con sutileza.

El avance que pueda lograrse a través de una adecuada formación en ciencias es importante para todos los países en el objetivo de incursionar en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, todo esfuerzo encaminado a determinar una ruta que permita delimitar mejores resultados es valioso. Como se menciona en el Real Decreto 1631/2006 del 29 de diciembre:

Todos los seres humanos se benefician del desarrollo y de que este procure la conservación de los recursos y la diversidad natural, y se mantenga la solidaridad global e intergeneracional. Supone un espíritu crítico en la observación de la realidad y en el análisis de los mensajes informativos y publicitarios, así como unos hábitos de consumo responsable en la vida cotidiana (p. 687).

En síntesis, se considera que una adecuada educación en ciencias permitirá conservar la creatividad de los jóvenes como mecanismo para la construcción de conocimiento a través de la innovación y la investigación, permitiendo que las poblaciones futuras se interesen en la formación en ciencias y de esta manera puedan, a través del conocimiento aplicado en diversos contextos, solucionar problemas y generar desarrollo y calidad de vida sostenible y sustentable.

Marco teórico

La evaluación

Cook y Reitchardt (1986) relacionan de forma sintética los paradigmas cuantitativo y cualitativo de la evaluación y sus características en la tabla 1.1 (Castillo y Cabrerizo, 2007, p. 17).

Tabla 1.1. Principales características de los paradigmas de evaluación

Paradigma cualitativo	Paradigma cuantitativo
Aboga por el empleo de métodos cualitativos	Aboga por el empleo de métodos cuantitativos
Comprensión de la conducta humana	Busca hechos o causas independiente de los estados subjetivos de las personas

Observación naturalista y sin control	Medición penetrante y controlada
Orientado al proceso	Orientado al resultado
Valioso: datos reales, ricos y profundos	Fiable: datos sólidos y repetibles
No generalizable: estudio de casos aislados	Generalizable
Realidad dinámica	Asume una realidad estable

Fuente: adaptado de Castillo y Cabrerizo (2007, p. 17)

La evaluación dentro del proceso educativo debe ser integral, teniendo en cuenta que se conjugan diversos aspectos, la pedagogía, el Proyecto Educativo Institucional (PEI), la misión y la visión de la institución, la perspectiva política y las concepciones sobre sujeto, educación, enseñanza, aprendizaje, entre otros, además está dirigida a todos los actores que se involucran en él.

De acuerdo con Castillo y Cabrerizo (2006) la función prioritaria de la evaluación debe ser la orientación del proceso enseñanza-aprendizaje y la toma de decisiones en función de los resultados obtenidos, lo que permite adecuar la enseñanza a las particularidades de los estudiantes y corregir las deficiencias surgidas durante el proceso. En este sentido también forma parte relevante de la dinámica universitaria con la implementación de la evaluación académica (Gamboa, García y Martínez, 2010, p. 15).

Sánchez (2006) considera que el problema de la evaluación se entreteje entre las relaciones de poder entre el evaluador y el evaluado, los supuestos pedagógicos, es decir las concepciones sobre educación; los supuestos epistemológicos, referentes a las concepciones de conocimiento; los fines y propósitos de la evaluación, indagar qué se puede conocer, excluir, sancionar, clasificar o acreditar.

Álvarez (2008) establece que a pesar de la incuestionable función de la evaluación, sin temor a ser demasiado equívoco, se podría afirmar que tanto para los docentes como para los alumnos y los demás actores la evaluación se percibe como el componente más incómodo del proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre este la mayoría de veces se querría prescindir. No obstante es esencial contar con un sistema de evaluación que legitime y promueva la calidad de la enseñanza y el aprendizaje universitario (Gamboa *et al.*, 2010, p. 13).

Diferentes investigaciones, como las adelantadas por Brown y Gasner (2003) y González (2003), han arrojado resultados alarmantes frente a la disfuncionalidad e incoherencia de las prácticas evaluativas con los procesos de enseñanza-aprendizaje, muchas veces desligados entre sí. Dichos factores son estereotipados, no permiten la retroalimentación de las actividades y el alumno se vuelve un sujeto pasivo, sucede que en la mayoría de las veces no son informados de las condiciones de la evaluación.

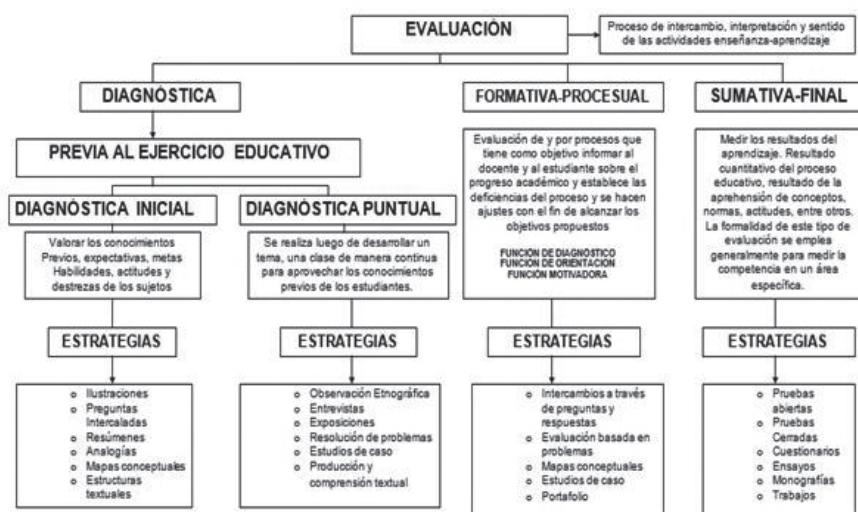
La evaluación debe consolidarse como un sistema de regulación, autorregulación de los aprendizajes e interacción social en el aula, siguiendo a Jorba y Casellas (1997) es fundamental involucrar de forma activa, tanto al profesor como al alumno, en la tarea de detectar las dificultades presentes en el proceso de enseñanza-



aprendizaje. De acuerdo con Arellano, Jara, Merino, Quintanilla y Cuéllar (2008) la regulación y autorregulación va centrando la evaluación en la comprensión del funcionamiento cognitivo del alumno frente a las actividades que se le proponen en las clases de ciencias.

Por lo anterior, y en concordancia con los postulados de Jorba y Casellas (1997), no se puede considerar la evaluación de aprendizajes solamente al final del proceso de enseñanza-aprendizaje, por el contrario, se identifican tres momentos principales para evaluar: *antes*, *durante* y *después*. Cada uno de estos períodos permite tener un seguimiento del aprendizaje de los estudiantes, el *antes* establece la evaluación inicial que busca determinar las ideas previas, procedimientos intuitivos, habilidades, actitudes, entre otros, con el fin de establecer los parámetros en cuanto a la metodología de trabajo en el aula; el *durante* hace referencia a la evaluación formativa que busca evidenciar los progresos y problemas de aprendizaje de los alumnos, realizando estructuras de regulación y autorregulación, permitiendo a los profesores tomar decisiones frente a las estrategias didácticas implementadas; el *final* es considerado como evaluación sumativa que tiene por objeto identificar si las características de los estudiosos responden a las exigencias del sistema y si los aprendizajes construidos sirven como prerrequisitos para el desarrollo de aprendizajes posteriores (ver figura 1.5).

Figura 1.5. Evaluación educativa en el aula y estrategias didácticas para su implementación



Fuente: elaboración propia a partir de la información suministrada en Castillo y Caberizo (2007)

Para Cardona, siguiendo a Castillo y Cabrerizo (2006, p. 15), las especificidades que debe reunir la acción evaluadora son de carácter integral, indirecta, científica, referencial, continua y cooperativa.

Figura 1.6. Clasificación de la evaluación de acuerdo con diversos criterios



Fuente: adaptado de Gamboa *et al* (2010)

La evaluación se constituye actualmente en un elemento central de la didáctica, establece un sistema que debe ser integrado en el diseño y desarrollo del currículum; formativo, para perfeccionar el proceso y el resultado de la acción educativa; contínuo, significando que a lo largo del proceso, recurrentemente, se plasme como recurso didáctico; criterial, en cuanto se fundamenta en los componentes construidos; decisorio, porque debe permitir establecer juicios y tomar decisiones; cooperativo, ya que intervienen todos los actores del proceso enseñanza-aprendizaje.

La implementación de un sistema de evaluación integral permite que los actores del proceso educativo incursionen en los diferentes tipos de evaluación, mejorando la calidad del trabajo en el aula. Actualmente la evaluación no se reduce a los aprendizajes de los estudiantes, sino que interviene en otros ámbitos como los programas escolares, los centros escolares, las actuaciones de los profesores, los materiales didácticos, entre otros espacios. También se evalúa el sistema educativo en conjunto y la propia evaluación, proceso denominado metaevaluación.

Lo más pertinente es concebir la evaluación como un proceso sistemático que responda a los estándares nacionales e internacionales, tanto en término de competencias como en contenidos pertinentes a cada una de las áreas, para contribuir eficientemente en la formación de los estudiantes y posibilitar la relación efectiva entre las estrategias pedagógicas frente a las que se logran en la estimulación de procesos cognitivos y el sistema enseñanza-aprendizaje, adquiriendo mayor sentido en el diseño de las actividades propuestas al interior del aula y viabilizando un mayor enfoque en la investigación en el aula.

Tabla 1.2. Evaluación tradicional frente a la evaluación de procesos y por procesos

Características	Evaluación tradicional	Evaluación por procesos
¿Qué evaluar?	Contenidos	Competencias
Dimensiones en el aprendizaje	Contenidos	Actitudes Aptitudes Contenidos
Fin de la acción pedagógica	Memorización	Desarrollo de habilidades cognitivas



Aprender	Transferir contenidos	Resolución de situaciones problemáticas reales o simuladas
Paradigma	Cuantitativo	Cualitativo: propende por la cualificación de los procesos
Exigencia del pensamiento	Procesos de memorización Procesos de repetición	Potencializa los procesos cognitivos: • Comparación • Clasificación • Deducción • Inducción • Análisis • Abstracción • Creación, entre otros
Exámenes	Estandarizados Preguntas cerradas o abiertas	Variedad de instrumentos Mapas conceptuales Métodos de caso Portafolios
Evaluación de desempeño	Cuantitativo Valoración de resultados conseguidos	Cuantitativa y cualitativa Guías de verificación de desempeño La evaluación como proceso para aprender

Fuente: adaptado de acuerdo con los planteamientos de Castillo y Cabrerizo (2007)

La evaluación es un proceso necesario, congruente y relevante para los sistemas; debe revisarse, construirse y reconstruirse teniendo en cuenta la experiencia y a través de una rigurosa validación para que efectivamente pueda brindar la información requerida, en este caso para los sistemas educativos; es fundamental que involucre a todos los actores del acto educativo con el fin de determinar la pertinencia, el impacto de las actitudes, aptitudes y conocimientos comprendidos en la resolución de situaciones problemáticas, lo que significa la articulación de los conocimientos disciplinares y la potencialización de diversas competencias, que en conjunto legitiman y promueven la calidad de los aprendizajes como un aspecto importante en el contexto globalizado.

Gamboa (2004) señala que una situación problemática es un contexto en el cual inicialmente se está perdido, una situación abierta que no necesariamente tiene magnitudes numéricas y ante la que buscamos una premisa que pueda formularse en forma de pregunta; posteriormente formulamos hipótesis que respondan a la situación y finalmente resolver con éxito, a través del empleo de los conocimientos previos, lo consultado, socializado y las actividades prácticas o comparativas que requerimos.

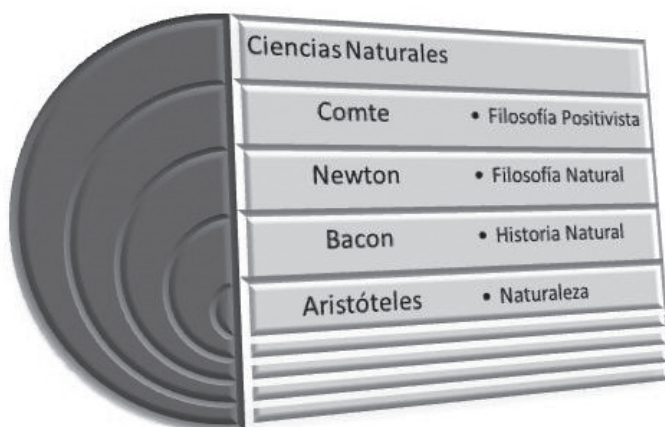
La evaluación involucra un proceso de comparación que se establece en fundamento con un patrón estandarizado socialmente, que además corresponde a un

tratamiento de medición, esto lleva a delimitar referentes que determinan la calidad educativa, en correspondencia con los estándares globales que pretenden dar respuesta a las necesidades del contexto actual. El sistema educativo debe responder a la realidad social y económica en la que se desenvuelven las sociedades, lo que implica necesariamente la realización de cambios a través del tiempo.

Fundamentos teóricos y epistemológicos de las ciencias naturales

El origen de las ciencias naturales es de orden positivista, se construyó a partir de los planteamientos de Aristóteles, Bacon, Newton y Comte. Bajo las concepciones de la filosofía natural y positivista las ciencias naturales ingresan a las instituciones educativas de países como Inglaterra, Francia, Alemania, Estados Unidos y posteriormente a Nueva Granada. En la figura 1.7 se observa la transformación del concepto a través del tiempo.

Figura 1.7. Concepto de ciencias naturales: descripción de la transformación de su concepción a través del tiempo



Fuente: elaboración a partir de los argumentos de Zambrano y Mosquera (2010)

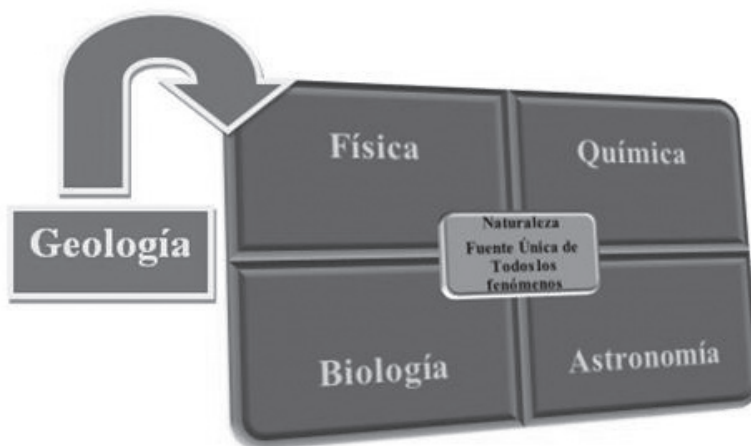
Las ciencias naturales como presentación filosófica positiva asumen la naturaleza atada a leyes naturales, inmodificables, hechos que el sujeto debe descubrir; no interesa la causa de los fenómenos, el objetivo es examinar, describir y establecer relaciones entre unos y otros.

La química, física, biología y astronomía pueden agruparse filosóficamente en torno a varios aspectos epistemológicos comunes sin perder su especificidad. De acuerdo con Zambrano y Mosquera (2010) estas ciencias se aproximan al estudio de los fenómenos de la realidad natural con una estrategia experimental asumida de acuerdo al método hipotético-deductivo, esto implica que en estas disciplinas



se comprueben hipótesis a partir de un doble referente, el cuerpo conceptual de un lado y la realidad natural concreta del otro. En la figura 1.8 se observa la integración de las ciencias de la naturaleza, lo que permitirá comprender los fenómenos con el fin de obtener un constructo de conceptos y conocimientos que posibiliten la resolución de problemas.

Figura 1.8. Ciencias naturales que explican los fenómenos de la naturaleza



La geología es el estudio de la Tierra como parte fundamental de la naturaleza, en una propuesta curricular debe integrarse a las ciencias naturales base con el objeto de comprender de manera integral los fenómenos de la naturaleza.

Fuente: elaboración propia.

Desde la concepción contemporánea de ciencia, o ciencia emergente, se debe complementar la realidad como un todo, el conocimiento científico requiere de una construcción desde el modelo de red que involucra diversas relaciones. Se establece entonces una real dinámica que es cambiante y requiere del análisis de las diversas relaciones, ya no se contemplan elementos sueltos, la invitación es a pensar desde la realidad, la cual es compleja y variante.

La realidad natural para la biología, a diferencia de las otras ciencias que se incluyen como naturales, son los seres vivos; para los otros campos de estudio el objeto de estudio es la materia inerte, su constitución, transformación, interacción y propiedades (Zambrano y Mosquera, 2010, p. 20).

De acuerdo con la revisión histórica y epistemológica las ciencias naturales son producto de la filosofía positiva, el cuerpo conceptual lo forman los factores físicos de la realidad y se constituyen en ciencias positivas. El objeto de trabajo conceptual en las ciencias naturales es la interpretación, la explicación y el desarrollo sostenible del mundo natural. En la tabla 1.3 se describen los aspectos generales y factores físicos que se explican en el conocimiento construido alrededor de las ciencias naturales.

Tabla 1.3 Descripción de los aspectos generales que abarcan las ciencias naturales

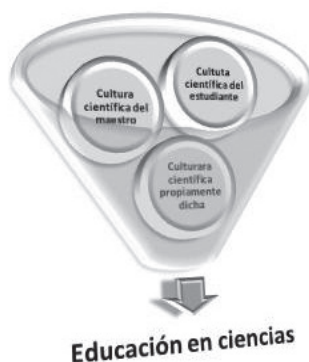
Ciencias naturales		
Aspectos y factores físicos de la realidad		
Método experimental: • Observación • Interpretación • Comparación		
Astronomía	Cuerpos celestes	Planetas Estrellas Satélites
Geología	Globo terrestre	Estructuras
Química	Materia	Composición Estructura Propiedades Reacciones
Biología	Seres vivos	Propiedades Origen Evolución
Física	Propiedades e interacción de la materia	Energía Espacio Tiempo

Fuente: elaboración propia

Educación en ciencias

Las ciencias naturales enfocan su actividad cultural hacia las comunidades de científicos, el interés científico técnico para el control de la naturaleza. La educación en ciencias, de acuerdo con Habermas (1992), dirige su actividad hacia las comunidades educativas, los maestros, estudiantes y el interés por comprender las condiciones para la representación, comunicación y diálogo significativamente crítico (Zambrano y Mosquera, 2010, p. 23).

El ingreso de las ciencias experimentales en el campo teórico de la educación significa reconocer la conjugación de tres factores importantes que se describen en la figura 1.9.

Figura 1.9. Factores que intervienen en la educación en ciencias

Fuente: elaboración enfocada en los argumentos de Zambrano y Mosquera (2010)

Como lo mencionan Zambrano y Mosquera (2010) en el siglo XVIII la llegada de Mutis a Colombia marca la diferencia entre la filosofía natural y la educación en ciencias, se transforma la tarea cultural como intención educativa, la cual se desarrolló en cuatro elementos o eventos, puntualizados en la tabla 1.4.

Tabla 1.4. Divulgación de las ciencias en el campo de la práctica teórica de la educación

Divulgación de las nuevas ciencias	
Elemento-evento	Trascendencia
Discurso sobre los elementos de la filosofía natural (1764). Colegio del Rosario.	Consideraciones sobre propósitos, métodos, normas, valores y cultura que sobre la educación en ciencias se deriva de sus planteamientos.
Organizar curricularmente la formación de la medicina	Importancia a la práctica hospitalaria en tres años: Cursos principales 1ª Facultad: anatomía, cirugía, arte obstetricia y demás ramas de la obstetricia. 2ª Facultad: filosofía o primera parte de instituciones médicas. 3ª Facultad: introducción a la historia de las enfermedades. 4ª Facultad: doctrina hipocrática. 5ª Facultad: clínica o estudios prácticos de las enfermedades en el hospital. Cursos auxiliares. 6ª Facultad: matemáticas. 7ª Facultad: física experimental. 8ª Facultad: historia natural. 9ª Facultad: química.

Actualizar los textos de referencia para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.	Divulgación de las ciencias a través de los textos.
Institucionalización educativa de la filosofía natural.	Expedición botánica. Centro de formación institucional en los aspectos de: • Redescubrir la ciencia. • Formar en las ciencias. • Espacio para fomentar la idea de independencia.

Fuente: elaboración teniendo en cuenta los argumentos de Zambrano y Mosquera (2010)

Para Henao y Stipcich (2008) la educación en ciencias o didáctica de las ciencias experimentales se perfila como un saber que se construye a partir de los conocimientos de las ciencias cognitivas, la historia y la epistemología de las ciencias, los estudios antropológicos sobre la construcción de conocimiento científico, las investigaciones del campo de la lingüística, así como del conocimiento práctico de los profesores. Busca comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje, al mismo tiempo que fundamentan su innovación.

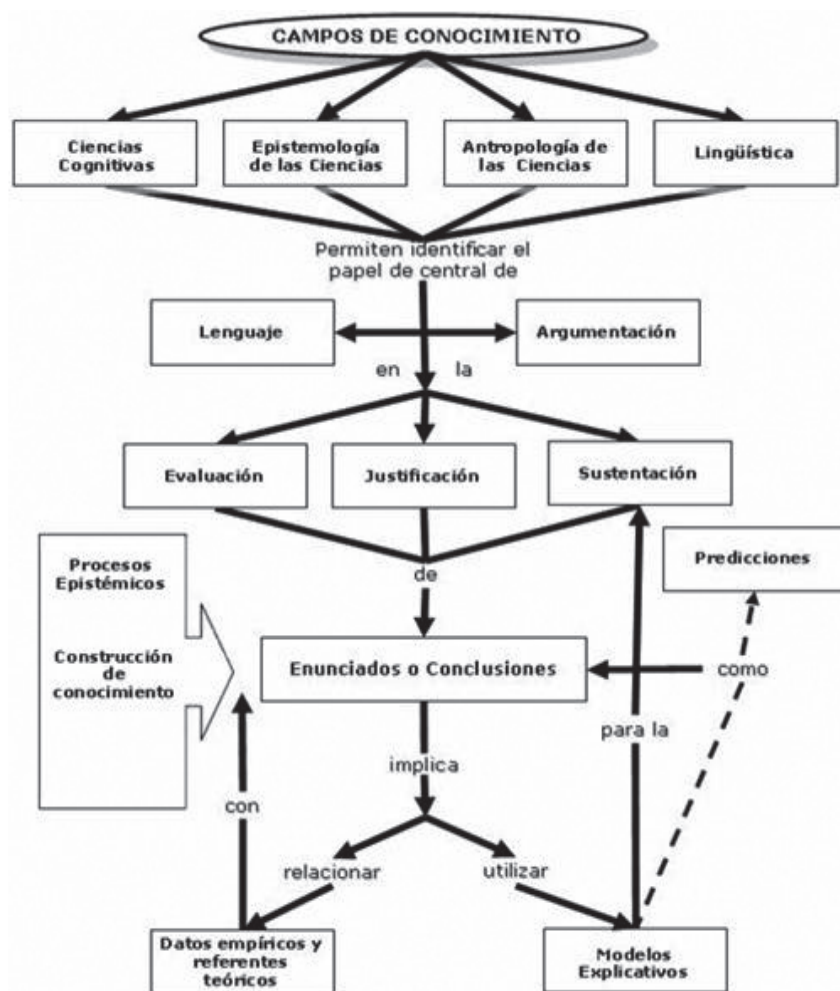
De acuerdo con Driver, Newton y Osborne (2000), Jiménez, Bugallo y Duschl, (2000); Jiménez-Aleixandre y Díaz (2003), Zohar y Nemet (2002) entre otros, el aprendizaje como argumentación implica considerar que el razonamiento y la argumentación son procesos que demandan el desarrollo de habilidades que permiten relacionar datos con conclusiones, evaluar enunciados teóricos a la luz de datos empíricos o información procedente de otras fuentes, modificar aseveraciones a partir de nuevos informes y usar los modelos y conceptos científicos para soportar las conclusiones, es decir, son operaciones de orden epistémico que permiten construir, negociar, cambiar y compartir significados, representaciones y explicaciones (citado en Henao y Stipcich, 2008, p. 54).

Lo anterior confirma que existe un amplio campo de acción para los didáctas en ciencias, definido a través de la investigación, como lo plantean Campanario y Moya (1999), descrito alrededor de las dificultades clásicas en el aprendizaje de las ciencias y correspondiente a:

- La estructura lógica de los contenidos conceptuales
- El nivel de exigencia formal de los mismos
- La influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno

Solucionar las dificultades clásicas es una vía para mejorar el desempeño de los estudiantes en el área, la posibilidad de aunar esfuerzos desde diferentes disciplinas es el reto para los educadores en ciencias.

Figura 1.10. Educación en ciencias a partir de la argumentación como articulación de procesos sociológicos con los epistémicos del ámbito individual



Fuente: Henao y Stipicich (2008, p. 54)

En la figura 1.10 se presentan las implicaciones de la propuesta toulminiana en la educación en ciencias, Henao y Stipicich (2008, p. 53) señalan que:

Hay tres conceptos centrales de la teoría toulminiana que son retomados en los estudios que reivindican el papel de la argumentación en el aprendizaje. El primero tiene que ver con sus consideraciones sobre el lenguaje¹ como un elemento estructural de los con-

¹ Toulmin (1964) hace un llamado a reconocer que las ciencias tienen sus propios lenguajes y “recursos literarios” para representar sus teorías explicativas, de esta manera un científico

ceptos, entendidos como propiedad comunal y no individual; el segundo, el carácter que le confiere a la racionalidad como contingente y no universal o trascendente y, el tercero, su postura frente al valor de la argumentación sustantiva, no formal. (P. 58)

La formación de los profesores en ciencias implica un amplio conocimiento de la disciplina y un extenso enfoque en la formación pedagógica, factores constituidos para lograr una adecuada formación de profesores con un efecto positivo en el aprendizaje de las ciencias. Una doble titulación entre las ciencias exactas y las ciencias de la educación puede convertirse en la solución a este problema de complementariedad.

Para la educación en el ámbito escolar en general y la educación en ciencias en particular, la argumentación promueve el pensamiento crítico que le permite a una sociedad participar en los procesos de transformación de su realidad mediante la construcción de conocimientos para resolver diversos problemas en el contexto en el que se desenvuelve, involucrando el aprendizaje como proceso socio-cultural.

Es propio considerar relevante una educación en ciencias integral y de calidad porque en la aproximación al trabajo científico se ejercitan los procesos cognitivos que conducen a la construcción de conocimiento mediante la articulación de las habilidades científicas.

Solo a través de la consciencia del aprendizaje como construcción social de transformación es posible que se emplee como agente de mutación económica y cultural, una educación en ciencias a partir de la historia y la epistemología permite generar un interés en la sociedad por conocer y profundizar en el conocimiento de las ciencias básicas como mecanismo de permanente adaptación, desarrollo científico y tecnológico, que con un cuidado sostenible del entorno dará respuesta a la situación política actual y las problemáticas que implican retos constantes para la humanidad.

La educación en ciencias, que incluya una formación disciplinar en las todas las áreas de ciencias naturales, se convierte en una oportunidad de conscientizar a los estudiantes sobre la situación global del hombre y el planeta, a su vez permite la construcción de conciencia sobre el desarrollo sostenible y sustentable.

aprende a hablar y a pensar en término de los modelos teóricos y puede hacer alusión, por ejemplo, a “superficie tridimensional”, “luz invisible” o “curvatura del espacio”, expresiones y modelos que, por vívidos que parezcan, para el profano no resultan familiares ni inteligibles de inmediato y, por el contrario, se pueden convertir en autocontradicciones que llevan a la incomprensión si no son debidamente relacionados con los fenómenos a los cuales sirven como explicación.

Política educativa colombiana

Generalidades de Colombia

Figura 1.11. Mapa político de Colombia



Fuente: <http://ur1.ca/96f0gH>

Tabla 1.5. Distribución de los departamentos de Colombia por regiones

Atlántico	Pacífico	Orinoquía	Andina	Amazonia
1. Atlántico			17. Antioquia	
2. Bolívar			18. Boyacá	27. Amazonas
3. César	9. Cauca	13. Arauca	19. Caldas	28. Caquetá
4. Córdoba	10. Chocó	14. Casanare	20. Cundinamarca	29. Guainía
5. Guajira	11. Nariño	15. Meta	21. Huila	30. Guaviare
6. Magdalena	12. Valle del Cauca	16. Vichada	22. Norte de Santander	31. Putumayo
7. San Andrés y Providencia			23. Risaralda	32. Vaupés
8. Sucre			24. Santander	
			25. Tolima	
			26. Quindío	

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el último censo realizado en Colombia en el año 2005 la población aproximada era de 41,2 millones de habitantes, es el tercer país más poblado de Latinoamérica y el 28 del mundo; Colombia tiene más población adulta que joven.

Tabla 1.6. Población para 2005 y proyección poblacional para 2010 de acuerdo con los datos del censo 2005

Vivienda, hogares y personas				
Área	Vivienda censos	Hogares general	Personas 2005	Proyección población 2010
Cabecera	7.824.702	8.208.838	31.504.022	34.387.230
Resto	2.565.505	2.362.061	9.964.362	11.120.975
Total	10.390.207	10.570.899	41.468.384	45.508.205

Fuente: boletín censo general DANE (2005).



La distribución por género de la población en Colombia se presenta en la figura 1.12.

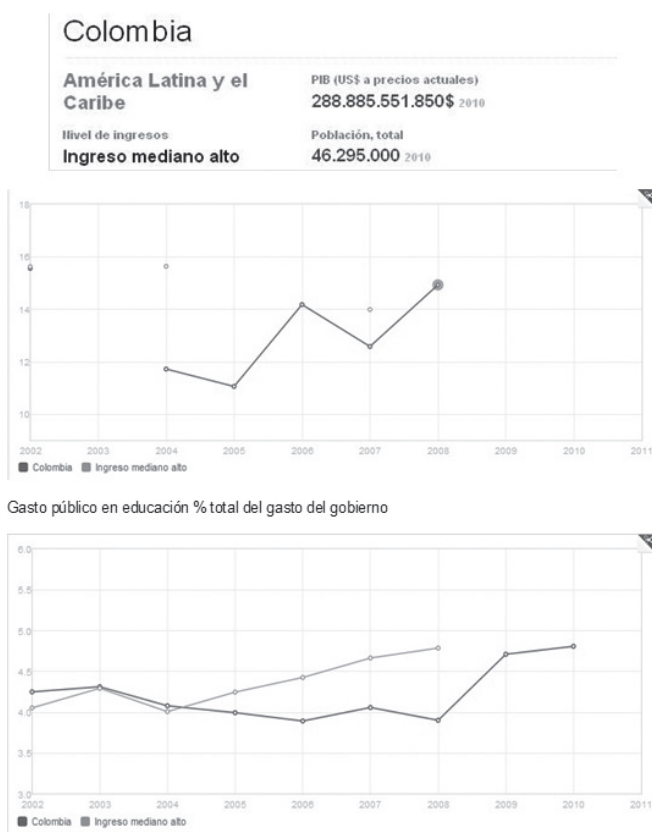
Figura 1.12. Distribución por género de la población colombiana



Fuente: Boletín censo general DANE (2005)

De acuerdo con los reportes de mayo de 2012 sobre la clasificación por ingresos de Colombia por parte del Banco Mundial y la inversión del gobierno colombiano en educación, se tienen los siguientes datos:

Figura 1.13. Análisis de la inversión de Colombia en educación



Para 2008 Colombia invirtió en educación el 14,9% del total de los gastos del gobierno y el 4,8% del total del PIB en educación. Esto le permite ubicarse en un país con ingresos medianos.

Fuente: Banco Mundial (2012)

Constitución Política

La Constitución Política de Colombia de 1991 establece que en el país rige un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista.

La educación es un derecho de la persona y un servicio público con función social, cuyos responsables son el Estado, la sociedad y la familia. En Colombia la educación es obligatoria entre los cinco y los quince años de edad y comprende como mínimo un año de preescolar y nueve de educación básica (MEN, 2004, p. 4).

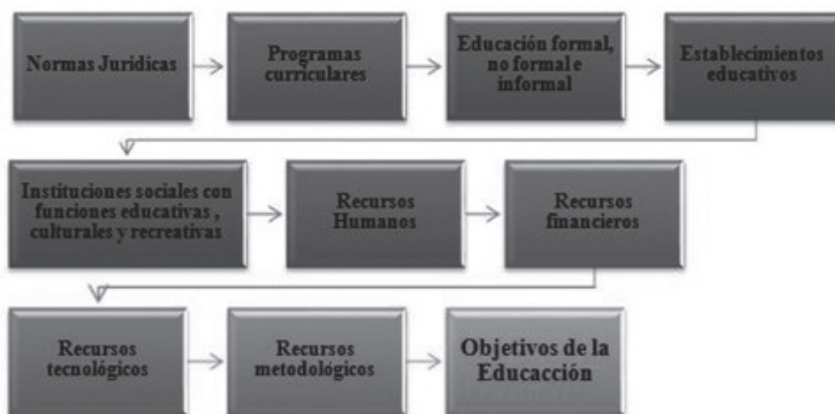
El Estado debe inspeccionar y vigilar la educación con el fin de proteger su calidad, el cumplimiento de sus fines, la formación moral, intelectual y física de los educandos y garantizar el adecuado cubrimiento del servicio, asegurando las condiciones de acceso y permanencia en el sistema educativo.

Ley General de Educación. Ley 115 de 1994

La Ley 115 de 1994 es la que señala las normas generales para regular el servicio público de educación, se fundamenta en la Constitución Política y señala que la educación es:

“un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes”. (Ley General de Educación, art. 1)

Figura 1.14. Elementos del sistema educativo



El servicio educativo está comprendido por cada uno de los elementos descritos, articulados en procesos y estructuras que permiten alcanzar los objetivos de la educación.

Fuente: elaboración a partir del artículo 2 de la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994)



En el artículo 5 de la Ley General de Educación se establecen los fines de la educación colombiana:

Formación en el respeto a la vida y a los demás derechos humanos.

Formación para facilitar la participación de todos en las decisiones que les afectan en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación.

Formación en el respeto a la autoridad legítima de la Ley, a la cultura nacional; a la historia colombiana y a los símbolos patrios.

Adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos para el desarrollo del saber.

Estudio y comprensión crítica de la cultura nacional y de la diversidad étnica y cultural del país.

Acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la creación artística en sus diferentes manifestaciones.

Creación y fomento de una conciencia de la soberanía nacional y para la práctica de la solidaridad y la integración con el mundo, en especial con Latinoamérica y el Caribe.

Desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional como mecanismo de mejora cultural.

Adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación.

Formación en la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social.

Formación para la promoción y preservación de la salud y la higiene, la prevención integral de los problemas socialmente relevantes, la educación física, la recreación, el deporte y la utilización adecuada del tiempo libre.

Promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear, investigar, adoptar tecnología que se requiere en los procesos de desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo.

Normas jurídicas del sistema educativo colombiano

En la tabla 1.7 se resumen los principales decretos y leyes con los que se regula el sistema educativo en Colombia.

Tabla 1.7. *Normatividad del sistema educativo colombiano*

Normas jurídicas del sistema educativo colombiano	
Nombre	Objetivo
Ley 30 del 28 de diciembre de 1992	Organiza el servicio público de la educación superior.
Ley 115, Ley General de Educación del 8 de febrero de 1994 y el Decreto No. 1860 de agosto de 1994	Reglamenta parcialmente la Ley 115 en los aspectos pedagógicos y organizativos generales.
Decreto 2886 del 29 de diciembre de 1994	Reglamenta los procedimientos y demás formalidades necesarias que deben cumplir las entidades territoriales para obtener la certificación del cumplimiento de los requisitos que les permita asumir la administración de los recursos fiscales y la prestación del servicio educativo.
Decreto 804 del 18 de mayo de 1995	Reglamenta la atención educativa para los grupos indígenas presentes en el territorio nacional.
Resolución 2343 del 5 de junio de 1996	Adopta un diseño de lineamientos generales de los procesos curriculares del servicio público educativo y se establecen los indicadores de logro curriculares a nivel de la educación formal.
Decreto 2082 del 18 de noviembre de 1996	Reglamenta la atención educativa para personas con limitaciones o con capacidades o talentos excepcionales. El decreto establece los principios fundamentales y las orientaciones curriculares especiales para ofrecer dicha atención; señala las reglas generales para la organización del servicio; contiene las orientaciones para la formación de docentes y formula criterios para el apoyo financiero de los programas.
Resolución 2707 del 26 de junio de 1996	Define los criterios generales para la evaluación institucional y de docentes estatales ligada al otorgamiento de incentivos de calidad.
Decreto 2247 del 11 de septiembre de 1997	Establece normas relativas a la prestación del servicio educativo del nivel preescolar.
Decreto 3112 del 19 de diciembre de 1997	Adopta disposiciones para la organización y el funcionamiento de las escuelas normales superiores.



Decreto 3011 del 19 de diciembre de 1997	Establece normas para el ofrecimiento de la educación de adultos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 272 del 11 de febrero de 1998	Establece los requisitos de creación y funcionamiento de los programas académicos de pregrado y postgrado ofrecidos por las universidades y las instituciones universitarias, se establece la nomenclatura de los títulos y se dictan otras disposiciones.
Ley 715 del 2001	Dicta las normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 15, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros. Esta Ley ha modificado la Ley 60 de 1993 de Distribución de Competencias y Recursos entre los diferentes ámbitos territoriales del país.
Ley 749 del 2002	Organiza el servicio público de la educación superior en las modalidades de formación técnica profesional y tecnológica y se dictan otras disposiciones.
Decreto 230 de 2002	Reglamenta disposiciones de la Ley General de Educación, relacionadas con la inspección y vigilancia, la de fijar los criterios para evaluar el rendimiento escolar de los educandos y para su promoción a niveles superiores, así como las disposiciones de la Ley 715 de 2001 de Recursos y Competencias, en cuanto le corresponde a la Nación establecer normas técnicas curriculares y pedagógicas para los niveles de la educación preescolar, básica y media, sin perjuicio de la autonomía escolar que tienen los establecimientos educativos y de la especificidad de tipo regional, y definir, diseñar y establecer instrumentos y mecanismos para el mejoramiento de la calidad de la educación.
Decreto 1278 del 19 de junio 2002	Establece el Estatuto de Profesionalización Docente que regula las relaciones del Estado con los educadores a su servicio, garantizando que la docencia sea ejercida por educadores idóneos.
Ley 1098 de 2006	Código de la Infancia y la Adolescencia. Antes de esta Ley el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) realizaba acciones de apoyo a la primera infancia (menores de 3 años), que incluían el cuidado y atención de menores en jardines comunitarios, hogares infantiles y guarderías, pero que carecían de un componente pedagógico formal. El artículo 29 define el “derecho al desarrollo integral en la primera infancia” en el que se fija un rango de edad (0-6 años) como la condición en la que se consideran los niños como en primera infancia e incluye el derecho a la educación como un derecho impostergable para esta población.

Decreto 1001 de 2006	Define y organiza el marco general en el cual las instituciones de educación superior pueden ofrecer programas de posgrado. Dicta las disposiciones acerca de su definición, brinda un marco de referencia para los diferentes tipos de posgrados (especialización, maestría, doctorado), delimita los convenios interinstitucionales y se refiere a las condiciones de calidad de los programas, así como al registro calificado de los mismos.
Decreto 1767 de 2006	Define el sistema de información de educación superior, sus objetivos, tanto generales como específicos, y las condiciones de calidad con las que debe contar la información reportada por las instituciones de educación superior al Ministerio de Educación.
Decreto 3433 de 2008	Reglamenta la expedición de las licencias de funcionamiento de los establecimientos no oficiales interesados en prestar el servicio educativo, se busca ejercer un mayor control sobre la totalidad de los establecimientos educativos (oficiales y no oficiales), contribuyendo de esta manera al mejoramiento de la calidad educativa y la vía a un mayor control de las condiciones iniciales, de enseñanza y de requisitos de los establecimientos educativos no oficiales.
Decreto 1290 del 16 de abril 2009	Reglamenta la evaluación de los aprendizajes y la promoción de los estudiantes en los niveles de educación básica y media, y es el producto de la consulta y el análisis de los resultados obtenidos en los diferentes procesos de movilización y de construcción colectiva que fueron liderados por el MEN durante todo el 2008 y el primer trimestre del 2009.
Ley 1323 del 13 de julio de 2009	Se fijan parámetros y criterios para organizar el sistema de evaluación de resultados de la calidad de la evaluación, se dictan normas para el fomento de una cultura de la evaluación, en procura de facilitar la inspección y vigilancia del Estado y se transforma el Icfes de Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación.
Decreto 5012 del 28 de diciembre 2009	Modifica la estructura y se determinan las funciones del Ministerio de Educación Nacional y sus dependencias.

Fuente: elaboración teniendo en cuenta la información del Ministerio de Educación Nacional y la Unesco-IBE (2010-2011)

Gestión del sistema educativo colombiano

La dirección y administración del servicio educativo estatal en Colombia se realiza en forma descentralizada y es competencia de la Nación y las entidades territoriales: departamentos y municipios certificados, en los términos que señala la Constitución

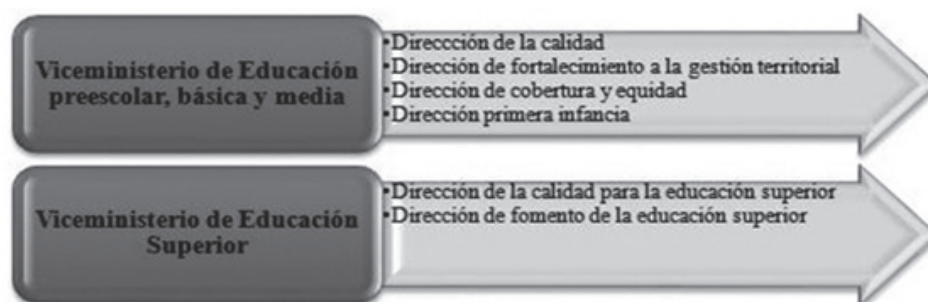


Política y la Ley 715 de 2001. De acuerdo a esta Ley son entidades territoriales certificadas los departamentos, distritos y adicionalmente los municipios con más de 100.000 habitantes. También podrán certificarse aquellos municipios con menos de 100.000 habitantes que cumplan con los requisitos que señale el reglamento en materia de capacidad técnica, administrativa y financiera. (Decreto 3940 de 2007)

Los municipios no certificados están incluidos dentro de la jurisdicción del departamento al cual pertenezcan. En 2008 existían 80 entidades territoriales certificadas (32 departamentos, 4 distritos y 44 municipios) y 1.071 municipios no certificados. (Unesco-IBE, 2010-2011, p. 6)

De acuerdo con el Decreto 5012 de 2009 las finalidades del Ministerio de Educación Nacional son la vigilancia, cobertura y calidad del servicio educativo colombiano. Su estructura se describe en la figura 1.15.

Figura 1.15. Organización del Ministerio de Educación Nacional



Fuente: elaboración propia

La Unesco-IBE (2010-2011, p. 10) recopila, mediante la gestión del sistema educativo, los siguientes lineamientos:

La base para la gestión del sistema educativo es el Plan Nacional de Desarrollo Educativo, sustentado en el Plan de Gobierno, dentro de los lineamientos del Plan Decenal, a nivel regional se elabora anualmente el Plan de Desarrollo para la Prestación del Servicio Educativo (PED); a nivel local, el municipio debe elaborar el Plan de Desarrollo Educativo (PEM). Por último, a nivel de las instituciones educativas, se debe diseñar y poner en funcionamiento el Proyecto Educativo Institucional (PEI), que se construye con base en una misión claramente definida, que utiliza una pedagogía activa y programas curriculares acordes con las necesidades de formación de los alumnos, con el

fin de hacer todo lo posible para que los alumnos obtengan un buen desempeño y se utilicen eficientemente los recursos.

Las decisiones sobre organización curricular, son responsabilidad de las instituciones educativas. En educación superior, la Constitución Política (artículo 69) y la Ley 30 de 1992 (artículos 3 y 28) establecen la autonomía universitaria y reconocen la libertad de acción de las universidades en cuanto a la elección de sus directivas y a la creación y modificación de estatutos que rigen su funcionamiento.

Para garantizar la atención integral a los niños menores de 5 años, especialmente aquellos pertenecientes a los grupos poblacionales más pobres y vulnerables, el Ministerio de Educación Nacional y el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), lideran la implementación de la política educativa de primera infancia. Esta política se centra en articular las acciones de protección, cuidado y educación para propiciar el desarrollo integral de la niñez.

El Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), creado en 1957, entidad adscrita al Ministerio de Protección Social, se encarga de cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y profesional de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando a través de sus centros la formación profesional integral gratuita. Además, el SENA brinda servicios de formación continua de recursos humanos vinculados a las empresas; información; orientación y capacitación para el empleo; apoyo al desarrollo empresarial; servicios tecnológicos para el sector productivo, y apoyo a proyectos de innovación, desarrollo tecnológico y de competitividad.

El Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), organismo vinculado al Ministerio de Educación y conformado por representantes del sector educativo, asesora al Gobierno en la definición y seguimiento de las políticas relativas a la educación superior. La Comisión Nacional Intersectorial para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior evalúa requisitos mínimos para la creación de las instituciones de educación superior y de programas académicos, asesora al Gobierno en la definición de políticas de aseguramiento de la calidad. Creado por la Ley 30 de 1992 y reglamentado por el Decreto 2904 del 31 de diciembre de 1994, el Consejo Nacional de Acreditación, organismo de naturaleza académica que depende del CESU, revisa el proceso de acreditación, lo organiza, lo fiscaliza, da fe de su calidad y posteriormente, recomienda acreditar los programas e instituciones que lo merezcan.

Los programas de pregrado y postgrado que ofrecen las instituciones de educación superior en el país están registrados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies). El examen de Calidad de la Educación Superior (Ecaes) evalúa el nivel de competencias y conocimientos de los estudiantes del último año de los



programas de pregrado y proporciona informaciones a las instituciones de educación superior acerca de los resultados académicos.

En cuanto al análisis del desempeño y la ubicación laboral de los egresados de los programas de educación superior se organiza desde el Ministerio de Educación, el Observatorio del Mercado Laboral (OML).

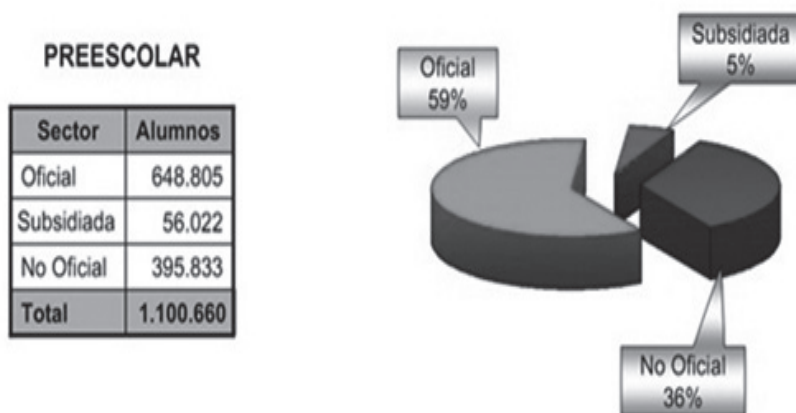
Organización del sistema educativo por niveles

Educación preprimaria

La educación preescolar hace parte del servicio público educativo formal y se ofrece gratuitamente en las instituciones educativas públicas a la población de 3 a 5 años de edad. Comprende tres grados, el tercero es el grado obligatorio.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) reporta para el año 2009 un cubrimiento en atención en este nivel educativo correspondiente a 1.100.660 niños, de acuerdo con el último estudio de cobertura.

Figura 1.16. Matricula en educación preprimaria o preescolar para 2009



Fuente: elaboración fundamentada en el reporte del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

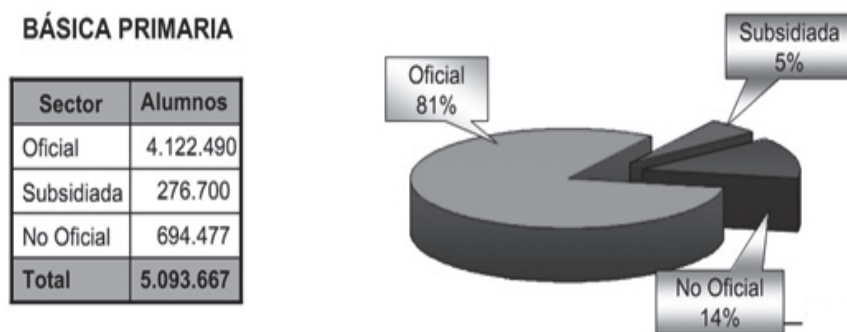
Educación primaria

Está constituida por cinco años, niveles o grados, es obligatoria y gratuita, va de primero a quinto y atiende a niños/as cuyas edades oscilan entre los 6 y los 10 años. La educación básica primaria tiene como objetivo brindar a los estudiantes las primeras herramientas de una educación básica sólida: habilidades comunicativas, conocimientos matemáticos,

formación en valores, formación artística, comprensión del medio físico, social y cultural, entre otras.

En el sistema se vinculan entidades oficiales y privadas, principalmente, pero coexisten instituciones mixtas o subsidiadas en las cuales hay inversión de las dos categorías en búsqueda de mayor cobertura y optimización de recursos en los dos sectores. Persiste una creencia social de que las instituciones de educación primaria de carácter privado son de mejor calidad al asociarlas con un proceso riguroso de selección y cumplimiento de ciertos requisitos. La cobertura en educación primaria para 2009 se describe en la figura 1.17.

Figura 1.17. *Matricula en educación primaria para 2009*



Fuente: elaboración fundamentada en el reporte del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE)

Educación básica

Se estructura en nueve grados que corresponden a la suma de la primaria y los cuatro grados iniciales de la educación básica secundaria, sexto a noveno, es obligatoria y gratuita en los establecimientos del Estado. Las edades de los estudiantes de este ciclo oscilan entre los 11 y 14 años. Es prerequisite para ingresar a la educación media o para acceder al servicio especial de educación laboral. Los estudiantes obtienen el título de bachiller básico.

La Ley General de Educación (art. 20) define los objetivos de la educación básica de la siguiente manera:

Propiciar una formación general mediante el acceso, de manera crítica y creativa, al conocimiento científico, tecnológico, artístico y humanístico y de sus relaciones con la vida social y con la naturaleza, de manera tal que prepare al educando para los niveles superiores del proceso educativo y para su vinculación con la sociedad y el trabajo.



Desarrollar las habilidades comunicativas para leer, comprender, escribir, escuchar, hablar y expresarse correctamente.

Ampliar y profundizar el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y de la vida cotidiana.

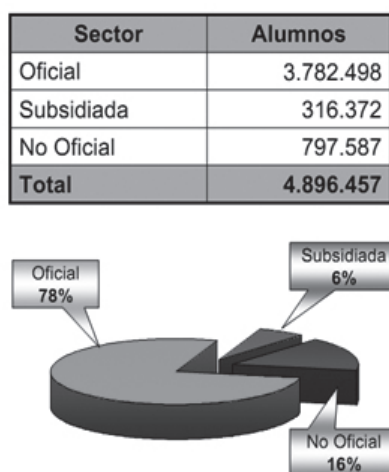
Propiciar el conocimiento y comprensión de la realidad nacional para consolidar los valores propios de la nacionalidad colombiana, tales como la solidaridad, la tolerancia, la justicia, la convivencia social, la cooperación y la ayuda mutua.

Fomentar el interés y el desarrollo de actitudes hacia la práctica investigativa.

Propiciar la formación social, ética, moral y demás valores del desarrollo humano.

La educación básica secundaria tiene como finalidades profundizar en las asignaturas básicas, el desarrollo de razonamiento lógico, conocimiento científico de fenómenos químicos, físicos y biológicos; estudio científico de la historia, el universo y el desarrollo del sentido crítico, entre otras. La matrícula en los niveles de básica y media se describe en la figura 1.18.

Figura 1.18. Matrícula para 2009 en el nivel de básica y media



Fuente: elaboración fundamentada en el reporte del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
Educación secundaria

La educación media formal comprende dos grados: décimo y undécimo; las edades de los estudiantes en este ciclo oscilan entre los 15 y 16 años. Se pueden elegir entre una titulación técnica o académica. La modalidad académica permite al estudiante profundizar en un campo específico de las ciencias, las artes o las humanidades; la modalidad técnica prepara a los estudiantes para el desempeño laboral en uno de los sectores de la producción y de los servicios. De acuerdo con el informe de la Unesco-IBE (2010-2011 p. 26):

la educación media tiene como objetivo preparar a los alumnos para la educación superior y para el trabajo. La cobertura bruta para 2009 llegó al 75,7%, mientras que la cobertura neta fue del 39,8% con base en el censo de 2005, el 3,3% de la población entre 5 y 16 años presenta algún tipo de limitación y de ellos el 27% no asiste a ninguna institución educativa. El Ministerio de Educación ha integrado a la población a través de la implementación de modelos flexibles e innovadores que abran el camino a una educación que reconozca estilos de aprendizaje y capacidades diferentes entre los estudiantes, a la vez que ofrezca alternativas de acceso al conocimiento.

Normalistas

De acuerdo con el Decreto 3112 de 1997 se ha llevado a cabo la reestructuración de las escuelas normales, esto consiste en lograr una complementariedad a través de dos años de formación post-secundaria; quien desee continuar esa línea de estudio puede cursar los grados adicionales doce y trece y obtener el título de Normalista Superior.

Acreditación de las escuelas normales superiores

Las escuelas normales superiores acreditadas, que de acuerdo con las políticas del Ministerio de Educación Nacional, deben promover e institucionalizarse paulatinamente hasta lograr la cobertura total, están autorizadas a formar a los docentes de preescolar y primaria. Al finalizar la educación básica obligatoria los estudiantes pueden continuar su formación utilizando el servicio especial de educación laboral, el cual comprende programas de estudio organizados por períodos semestrales, cuatro en total. Las personas que tengan el título en un arte u oficio del servicio especial de educación laboral pueden ser admitidas en instituciones técnicas profesionales de educación superior.

Educación superior

La educación superior es un servicio público cultural, inherente a la finalidad social del Estado. La Ley 30 de 1992 organiza el servicio público de la educación superior y lo define como un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las poten-



cialidades del ser humano de una manera integral. Existen programas de pregrado y postgrado, se ofertan especializaciones, maestrías, doctorados y postdoctorados. Los programas de especialización conducen al título de especialista en la ocupación, profesión, disciplina o área afín, los programas de maestría, doctorado y postdoctorado otorgan el título de magíster, doctor o el título correspondiente al postdoctorado realizado, el cual debe referirse al título o área interdisciplinaria del conocimiento.

Las especializaciones, maestrías, doctorados y postdoctorados tienen una duración académica que varía de acuerdo con el tipo de programa ofrecido en cada una de las instituciones; conforme a la autonomía universitaria los tiempos de ocupación son flexibles. De manera general los programas de especialización tienen una duración de uno a dos años, los de maestría de dos años y los de doctorado de dos a cinco años.

Los programas de pregrado académicos y profesionales ofrecidos por las universidades tienen una duración de cuatro a cinco años. Los programas de pregrado en artes conducen al título de “maestro” y los programas de pregrado en educación al título de licenciado.

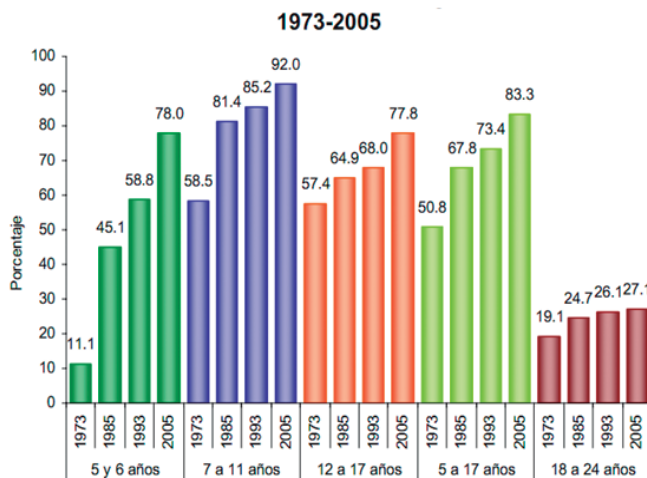
Los estudios en el ámbito de las instituciones técnicas profesionales tienen una duración de dos a tres años, conducen al título de técnico profesional en la ocupación o área correspondiente. Los programas tecnológicos presentan una duración de tres años y otorgan el título en la respectiva ocupación técnica, técnica profesional o tecnóloga.

En los últimos años la matrícula en general en los niveles de educación viene incrementándose en consecuencia de las políticas implementadas por el gobierno; en básica primaria para 2009 ascendió a 4.122.490 estudiantes en el sector oficial, y a un total de 5.093.667 estudiantes incluyendo el sector no oficial. En básica secundaria y media la matrícula fue de 3.752.498 estudiantes en el sector oficial y un total de 4.896.457 estudiantes, incluyendo el sector no oficial.

De acuerdo con la gráfica 1.19 el comportamiento de la variable asistencia escolar en la población colombiana tiene un incremento importante en todos los grupos de edad que pertenecen a los niveles de preescolar, primaria, básica y media. En el nivel universitario se implementan políticas que permitan el acceso de los estudiantes a la educación superior. El proyecto más significativo es el *de articulación de la media y la técnica*, que les permite a los alumnos de las instituciones públicas desarrollar cuatro semestres de educación técnica dentro del colegio en jornada opuesta a la regular.

El compromiso de la comunidad educativa para los años venideros se centra en la calidad. Sin lugar a dudas el acceso es valioso pero es indispensable que la educación impartida corresponda a las exigencias a nivel mundial, de otra manera estaríamos formando para una realidad inexistente, eso sería un error, la planeación del currículo debe ser pertinente y contextualizada.

Figura 1.19. Asistencia escolar por grupos de edad en Colombia



Fuente: Departamento Administrativo de Estadística (DANE)

Las políticas educativas pretenden incrementar la cobertura alcanzando el 90,5% en primaria y el 70,5% en básica secundaria. Entre 2002 y 2007 la deserción escolar en educación básica y media del sector oficial muestra una reducción de 2,4% al pasar del 8% en 2002 al 5,6% en 2007. Las tasas de repitencia más elevadas se presentan en el primer y segundo grado de primaria, con valores cercanos al 7% y 4% respectivamente (año de referencia: 2006). Para la totalidad de los grados de la educación básica y media (transición a grado 11) la tasa de repitencia en 2006 se situaba en promedio en el 3,3% (3,1% en 2009), mostrando una disminución de 2,2 puntos frente a 2002, año en el cual la tasa se situaba en promedio en 5,5%. Este avance es mayor en el sector oficial donde se ha logrado una reducción de 2,7 puntos, pasando de 6,4% a 3,7% entre 2002 y 2006 (Unesco-IBE, 2010-2011, p. 24).

Las áreas obligatorias se definen a través del Decreto 1850 de 2002 y corresponden a:

- Ciencias naturales y educación ambiental
- Ciencias sociales, historia, geografía, constitución política y democracia; educación artística
- Educación ética y valores humanos
- Educación física, recreación y deporte
- Educación religiosa
- Humanidades, lengua castellana
- Idiomas extranjeros
- Matemáticas
- Tecnología e informática



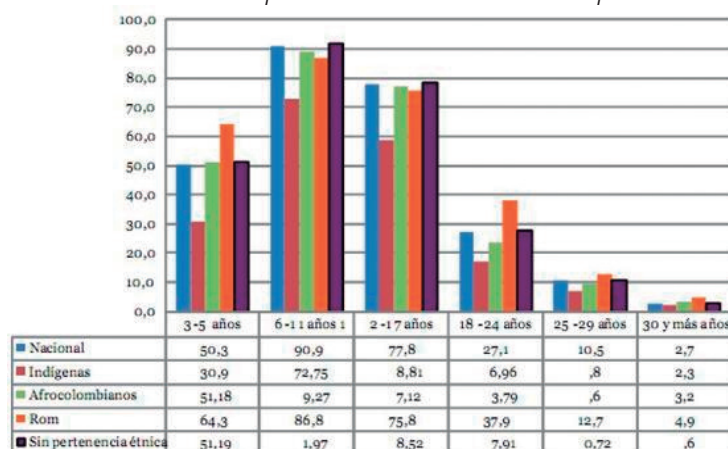
El artículo 25 de la Ley 115 de 1994 enuncia que las áreas obligatorias comprenden el 80% de los planes de estudio. El país no tiene asignado al ámbito nacional el tiempo dedicado a cada materia en ninguno de los grados de educación básica primaria, secundaria y media. Los calendarios académicos tienen la flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones regionales y a las tradiciones de las instituciones educativas. El calendario académico en la educación básica y media se organiza por períodos anuales de 40 horas semanales en los colegios privados, en las instituciones estatales aún no está vigente la duración de 40 horas semanales, para el año 2012 se habla de una jornada extendida pero no hay vigencia plena, además se cuenta con una duración mínima semestral de 20 semanas.

El total anual de horas efectivas destinadas a las actividades pedagógicas no debe ser inferior a 1.000 en el ciclo de educación básica primaria y a 1.200 en el ciclo de educación básica secundaria y en el nivel de educación media. Dentro del Proyecto Educativo Institucional está contemplado un tiempo para actividades lúdicas, culturales, deportivas y sociales de contenido educativo, orientadas por pautas curriculares según el interés del estudiante, el cual debería corresponder a las diez horas semanales.

Educación indígena

Existen 27 departamentos en Colombia con población indígena, la educación de los grupos étnicos minoritarios ha constituido históricamente un elemento que en la mayoría de los casos ha generado serios conflictos culturales, evidenciando marcados procesos de pérdida de la identidad de los pueblos indígenas. Se estima que en el país existen aproximadamente 1.300.000 indígenas pertenecientes a 87 pueblos diferentes y hablantes de unas 65 lenguas. Las tasas de asistencia por edades escolares de toda la población colombiana se describen en la figura 1.20.

Figura 1.20. Tasas de asistencia por edades escolares de toda la población colombiana



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

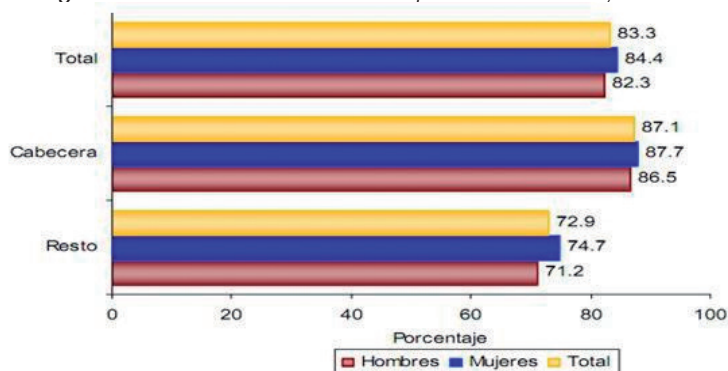
La etnoeducación en Colombia es una consecuencia del reconocimiento que hace la Constitución Política a una democracia pluralista y diversa, en la cual el Estado debe proteger la diversidad étnica y cultural de la Nación. De acuerdo con Unesco-IBE (2010-2011, p. 26) el servicio educativo que se brinda en los territorios de estas comunidades debe tener las siguientes características:

Ser bilingüe, teniendo como fundamento la lengua materna de las comunidades.

Seleccionar, en procesos concertados con los grupos étnicos, educadores que hayan recibido formación como etno-educadores y que de preferencia sean miembros de las propias comunidades. Este servicio se basa entonces en el reconocimiento de la especificidad cultural, el respeto de la misma en el contenido curricular y en la selección de los educadores, la participación comunitaria y el respeto a las lenguas indígenas.

Colombia viene implementando políticas educativas inclusivas que permitan la verdadera participación de toda la población colombiana, para 2009 se registró una asistencia escolar de la población entre 5 y 17 años discriminada por género en el sistema educativo, los totales son descritos en la figura 1.21.

Figura 1.21. Asistencia escolar de la población entre 5 y 17 años



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Con respecto al número de estudiantes por docente el Ministerio de Educación Nacional (2010) reporta:

Relaciones técnicas alumno docente definidas en el Decreto 3020 de 2002 (32 para zona urbana y 22 para zona rural). Estas relaciones son promedios por entidad territorial, por lo cual pueden variar por municipio o institución educativa de acuerdo con las particularidades y características de cada uno de ellos.

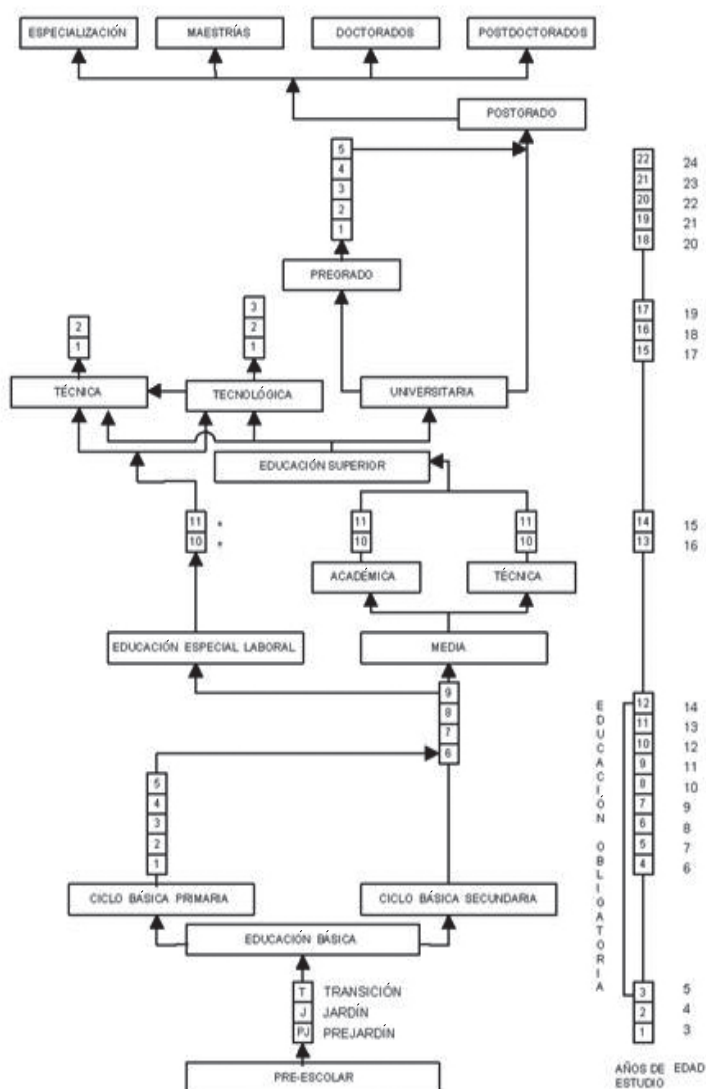
Las instituciones educativas tienen en promedio grupos de 40 estudiantes, esto dificulta la adecuada planeación de estrategias para el aprendizaje de las ciencias. Para el trabajo experimental es necesario dividir los grupos para que se puedan realizar los laboratorios de manera adecuada.



La calidad en la educación se asocia a unas condiciones adecuadas para el desarrollo inherente al proceso educativo, por lo anterior es necesario que las clases de ciencias tengan un número adecuado de estudiantes para mantener la atención de los mismos en las actividades planeadas por el docente.

Gráficamente la estructura del sistema educativo se sintetiza en la figura 1.22.

Figura 1.22. Sistema educativo colombiano



Fuente: <http://urc1.ca/96tl>

El currículo

El currículo se concibe como el conjunto de intenciones que permiten materializar y aplicar el plan de acción establecido en un sistema educativo; es flexible para lograr ajustarlo e innovarlo de acuerdo con las necesidades fundamentadas en los conocimientos filosóficos, psicológicos, sociales y de concepciones de educación, aprendizaje y sociedad. El currículo es adaptable a las características propias del medio cultural donde se aplica. Cada establecimiento educativo realiza actividades que conllevan al desarrollo curricular que a través de la investigación permiten el diseño y la evaluación permanentes del currículo.

Los lineamientos curriculares por áreas se plantean por primera vez para ciencias en 1998, a través de los estándares básicos por competencias la versión actual se definió en el año 2004. Estos se constituyen en los estándares de competencias que describen los parámetros que todo niño, niña y joven deben conocer y saber hacer para lograr el nivel de calidad esperado a su paso por el sistema educativo y la evaluación externa e interna; es el instrumento por excelencia para saber qué tan lejos o tan cerca se está de alcanzar la calidad establecida en los estándares.

Los estándares se constituyen en una guía para:

1. El diseño del currículo
2. Diseño del plan de estudios
3. Proyectos escolares y trabajo de enseñanza en el aula
4. Producción de los textos escolares, materiales y demás apoyos educativos, así como la toma de decisión por parte de instituciones y docentes respecto a cuáles utilizar
5. Diseño de las prácticas evaluativas adelantadas dentro de la institución
6. Formulación de programas y proyectos, tanto de la formación inicial del profesorado como de la cualificación de docentes en ejercicio
7. La evaluación

Las evaluaciones externas nacionales reconocidas en el área de ciencias naturales y ciencias de la naturaleza son las pruebas Saber 5°, 9° y 11°; el Examen de Calidad para la Educación Superior (Ecaes); y las pruebas masivas e internacionales como el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMMS), el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE), entre otras. Estas permiten verificar la calidad educativa, no solo en torno a los parámetros internos sino en relación con los establecidos en otros países de Latinoamérica y del resto del mundo.

El Icfes, como se mencionó anteriormente, a partir de la Ley 1323 de 2009 se transformó en el Instituto Nacional de Evaluación, actualmente lidera la implemen-



tación, mejora y promoción de proyectos de investigación que analicen o empleen los datos de bases nacionales e internacionales de las pruebas externas, y que simultáneamente contribuyan al proceso de evaluación como mecanismo de calidad de la educación colombiana. Mediante el desarrollo de los objetivos institucionales actualmente el Icfes implementa las pruebas saber 5°, 9°, 11° y Saber Pro, antes denominadas Ecaes, con una periodicidad anual, lo cual permitirá hacer un seguimiento a las políticas educativas y los estándares de calidad a nivel nacional e internacional. Esta institución desarrolla también la implementación de las pruebas saber 3°, promoviendo el interés nacional por la calidad educativa a través de programas de competencia asertiva en asocio con el Ministerio de Educación Nacional.

Durante octubre de 2012 los niños y jóvenes colombianos por primera vez a nivel nacional participaron libremente en el programa *Supérate con el saber*, que premia el interés de los estudiantes colombianos por el saber en las áreas de ciencias naturales, ciencias sociales, matemáticas, lenguaje e inglés; en esta versión la participación fue libre. Uno de los requisitos para ser parte de *Supérate con el saber* es que el estudiante cuente con el acompañamiento de un docente; el rector de la institución educativa debe avalar al estudiante en el proceso de inscripción y participación y validar la información referente a los profesores que acompañarán a los participantes.

Los estudiantes pueden ganar diferentes premios durante su participación, computadores portátiles, bonos canjeables por artículos deportivos o de estudio, el pago total de la carrera que elijan o pasantías internacionales para estudiar otro idioma, en el caso de los estudiantes de grado once. El docente que acompaña al participante también se hace acreedor de incentivos y las instituciones participantes podrán obtener recursos para laboratorios, bibliotecas y dotación de salas de cómputo con software educativo, entre otros.

Las instituciones de educación formal tienen autonomía para estructurar el currículo en cuanto a contenidos, métodos de enseñanza, organización de actividades formativas, culturales y deportivas, para el diseño se debe tener en cuenta:

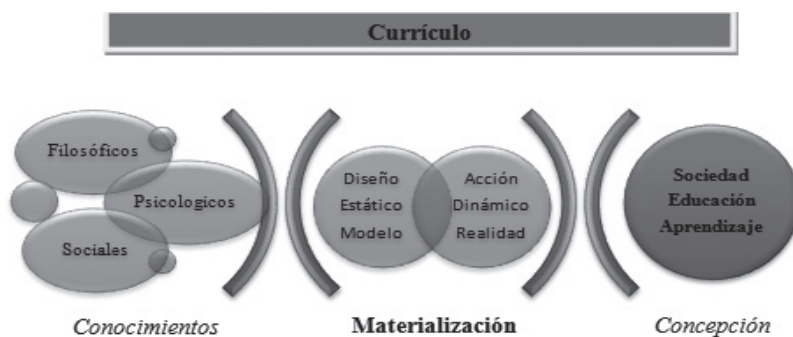
- Los fines de la educación y los objetivos de cada nivel y ciclos definidos por la ley
- Los lineamientos y procesos curriculares generales, trazados desde el servicio educativo
- Los indicadores de logro curriculares para la educación formal, en cada nivel preestablecido
- La organización de las áreas que se ofertan

De acuerdo con los lineamientos de Unesco-IBE (2010-2011) los tipos de conocimiento se seleccionan dentro de un armazón de áreas que incluyen el lenguaje y las matemáticas como herramientas básicas para el aprendizaje y los demás campos del conocimiento y formación humana. La Ley General de Educación establece los temas obligatorios conforme a las necesidades actuales del país; el momento histórico cambia los contextos. La organización de todas las intenciones educativas se lleva a cabo dentro de proyectos educativos institucionales que contienen los

aportes de las comunidades educativas, las áreas se pueden trabajar en proyectos pedagógicos integrados que tengan en cuenta temas de enseñanza obligatoria como ejes transversales del currículo.

En el plan de estudio se describen las áreas obligatorias que previamente se enuncian en la Ley y las áreas o asignaturas que seleccione el establecimiento educativo para lograr la formación de sus estudiantes de acuerdo con los objetivos del Proyecto Educativo Institucional (PEI), sin sobrepasar el 20% de las áreas establecidas en el plan de estudio. Dentro del PEI se determinan las asignaturas, el contenido, la intensidad horaria y la duración de áreas y asignaturas.

Figura 1.23. Materialización del currículo



Nota: el currículo se concentra a través de la explicación de las concepciones de educación, sociedad y aprendizaje que se fundamentan a su vez en los conocimientos filosóficos, psicológicos y sociales, logrando pasar de lo abstracto a lo real y colocando estas intenciones en un contexto determinado, en el caso de Colombia a través del Proyecto Educativo Institucional (PEI).

Fuente: elaboración propia

Mediante la Ley 1341 del 30 de Julio de 2009 del Congreso de la República, el Ministerio de Comunicaciones se transformó en el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Este Ministerio se crea con el fin de proteger los derechos de los usuarios a tener acceso con calidad a la información y la comunicación, la prioridad es el acceso y uso de las TIC a través de la masificación, el impulso a la libre competencia y el uso eficiente de la infraestructura. La creación del Ministerio ha fortalecido el sistema educativo a través de programas de capacitación a docentes, proyectos como *El ciudadano digital* y *Vive digital regional* permiten el acceso a las TIC de la población colombiana en todas las regiones del país.

Personal docente

Los docentes se vinculan con el Estado a través de un concurso de méritos, existen pruebas psicotécnicas y de conocimientos que son aplicadas por el Icfes. El nombramiento se realiza después de un período de prueba que tiene una duración de un



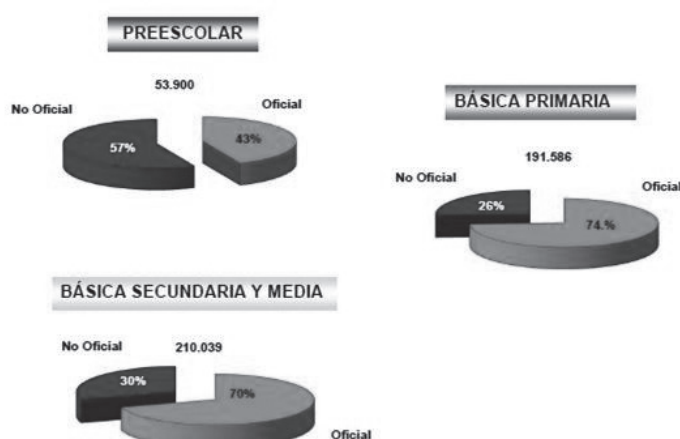
año y es hecho por decreto dentro de la respectiva planta de personal de la entidad territorial; pueden vincularse como personal docente o directivo docente, los primeros son profesores que se asignan por área de conocimiento y los segundos son docentes que cumplen funciones de coordinadores académicos, de convivencia o rectores de una institución educativa.

Los requisitos para ser docente en Colombia, en los niveles de preescolar, primaria, bachillerato, educación media y superior son el poseer título de licenciado en educación o de postgrado en educación. Los educadores de los servicios educativos estatales tienen carácter de servidores públicos de régimen especial, establecido en el Estatuto Docente (Decreto-Ley No. 2277 de 1979) y en el Estatuto de Profesionalización Docente constituido por el Decreto 1278 de 2002. El sector privado se rige por las normas del Código Sustantivo del Trabajo, los pactos y convenciones colectivas y los reglamentos internos, según sea el caso (Unesco-IBE, 2010-11, p. 31).

Existe un escalafón docente que corresponde al sistema de clasificación de los docentes y directivos docentes estatales de acuerdo con su formación académica, experiencia, responsabilidad, desempeño y competencias, constituyendo los distintos grados y niveles que pueden ir alcanzando durante su vida laboral y que garantizan la permanencia en la carrera profesoral a partir de la idoneidad demostrada en su labor y permitiendo asignar el correspondiente salario profesional.

De acuerdo con el informe del DANE (2010) para el año 2009 se registraban ante el Ministerio de Educación Nacional un total de 455.525 docentes, distribuidos en los niveles que se describen en la figura 1.24.

Figura 1.24. Distribución de docentes por cada nivel educativo y sector dentro del sistema educativo



Fuente: DANE (2010)

Los grados y niveles en el escalafón docente colombiano para preescolar, primaria, básica, y media se describen en la tabla 1.8. Para el caso de los docentes universitarios del Estado se nombran por concurso de méritos después de superar diversas pruebas académicas y psicotécnicas. Tienen un período de prueba correspondiente a un año y después se vinculan a la carrera docente.

Tabla 1.8. *Escalafones docentes vigentes en Colombia y sus características*

Características de los escalafones docentes vigentes en Colombia	
Para 2010: El 81.8% de docentes de educación preescolar, básica y media se encuentran bajo el decreto 2277. El 18.2% de docentes de educación preescolar, básica y media se encuentran bajo el decreto 1278.	
Antiguo estatuto (Decreto 2277)	Nuevo estatuto (Decreto 1278)
No se contempló el concurso de méritos, se establece a partir de la Ley 115 de educación en 1994.	Concurso de méritos.
Escalafón A y B; 14 grados. Grado 5. Tecnólogo. Grado 7. Licenciado. Grado 14. Licenciado con estudios de posgrado.	Tres grados: Normalista o tecnólogo. Licenciado o profesional. Maestría y doctorado. Cuatro niveles por grado A, B, C y D.
La evaluación no existe.	Evaluación permanente. Período de prueba. Evaluación anual de desempeño. Evaluación por competencias.
Ascensos: cada tres años de servicio hasta el escalafón diez y posteriormente cada cuatro años de servicio. Por capacitación por créditos. Por títulos académicos, hasta licenciado grado 13. Para categoría 14 solamente con estudios de posgrado.	Ascensos: para pasar de un grado a otro 1, 2 y 3 por concurso, tiempo o por estudios de posgrado. Pasar de un nivel a otro A, B, C, D por evaluación de competencias 80% y por tiempo cada tres años.
Retiro: por edad; más de 65 años retiro forzoso y quienes hayan cumplido tiempo para pensión a 31 de julio de 2010.	Retiro: por vejez; 57 años. Por no superar satisfactoriamente el período de prueba. Por no superar por más de dos años la evaluación de desempeño.

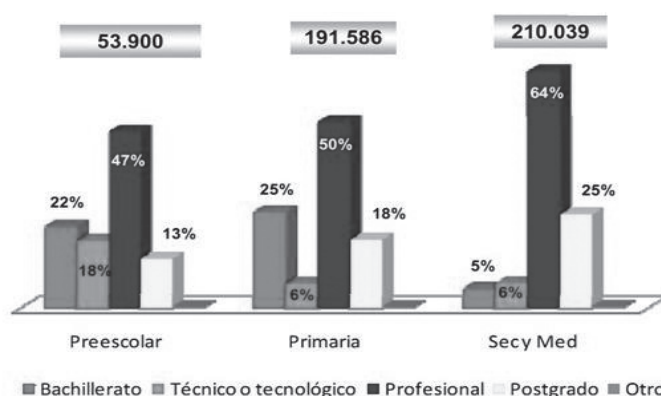
Fuente: elaboración teniendo en cuenta la información del Ministerio de Educación Nacional.



Con el título de normalista superior, que corresponde a dos años de estudios postsecundarios y estar inscrito en el escalafón docente, se puede ejercer la docencia en el nivel de preescolar o en el ciclo de educación básica primaria.

El DANE reportó en 2010 el nivel de estudios que tenían los profesores al servicio del sistema educativo para el año 2009; se describe su distribución en la figura 1.25 y la caracterización de la población por género y nivel en la figura 1.26.

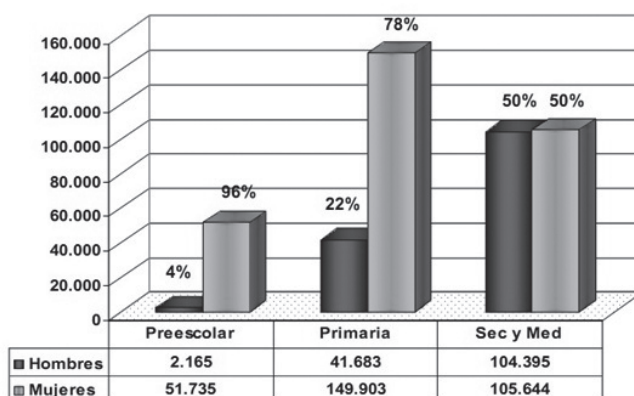
Figura 1.25. Nivel de estudios de los profesores en el sistema educativo para preescolar, primaria, básica secundaria y media



Fuente: elaboración fundamentada en el informe de investigación sobre la educación formal 2009. DANE (2010)

Los docentes en los niveles de preescolar, primaria y secundaria tienen derecho a siete semanas de vacaciones al año más la semana santa, lo que corresponde a 56 días al año.

Figura 1.26. Distribución por género en el sistema educativo



Nota: se caracterizan los niveles de preescolar, primaria, básica secundaria y media.

Fuente: tomado del informe de investigación sobre la educación formal 2009. DANE (2010)

En las instituciones de educación superior se vinculan profesionales en todas las áreas con formación en pedagogía, licenciados en psicología y pedagogía y de cualquier campo del conocimiento con experiencia docente y un nivel mínimo de estudios correspondiente al título de maestría. De acuerdo con el MEN y un reporte de la Universidad Eafit para 2008 los docentes dedicados a la educación superior:

Eran en total 111.253 docentes, según las cifras entregadas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). De ese número, 34.707 tenían una dedicación de tiempo completo, 14.177 de medio tiempo y 62.369 eran de cátedra. Pero, en términos de calidad y de estándares mundiales, apenas 4.065 de ellos contaban con una formación en doctorado (Universidad Eafit; Ministerio de Educación Nacional, 2009).

Las instituciones de educación superior privadas y públicas formulan concursos docentes para seleccionar a sus profesores de acuerdo con los requerimientos internos y los programas de educación ofrecidos en particular. En las universidades estatales el concurso se denomina de méritos y se puede acceder a la carrera docente una vez superado el período de prueba que corresponde a un año, efectuado después de haber obtenido una evaluación satisfactoria del mismo. Actualmente obtienen un salario consignado en el Decreto 1279 de 2009, se asignan puntos por experiencia docente, publicaciones y títulos obtenidos.

Al interior de las universidades se crea el Comité Interno de Asignación y Reconocimiento de Puntaje (Ciarp), que asigna puntos y reconocimientos a la labor docente. Las categorías a las que pueden acceder los profesores son:

- Profesor auxiliar
- Profesor asistente
- Profesor asociado
- Profesor titular

Las universidades en su interior tienen un estatuto docente que establece los requisitos para ascenso, teniendo como base el Decreto 1279. Los docentes se ubican por períodos de dos o tres años en cada categoría y deben participar en actividades de docencia, investigación de alto impacto y proyección social para obtener los méritos de ascenso.

Los docentes de las universidades estatales en Colombia tienen derecho por cada año de servicio al disfrute de 30 días de vacaciones, de los cuales 15 corresponden a días hábiles continuos y 15 días calendario en correspondencia con el Decreto 1279 de junio de 2002, el cual regula el régimen salarial y prestacional de las universidades estatales.

Los docentes de las universidades privadas tienen un contrato de tiempo completo y a 12 meses, por cada año de servicio tienen derecho a 15 días de vacaciones como todos los empleados de Colombia y en correspondencia a los lineamientos del Ministerio de Trabajo. No obstante el tiempo de vacaciones está condicionado al tipo de contrato y vinculación de los docentes.

Generalidades de España

Mapa de España dividido en sus comunidades autónomas. Las comunidades etiquetadas son: La Coruña, Lugo, Asturias, Cantabria, Vizcaya, Guipúzcoa, Galicia (Pontevedra, Ourense), León, Palencia, Alava, Navarra, La Rioja, Huesca, Lleida, Girona, Barcelona, Zamora, Burgos, Soria, Segovia, Valladolid, Salamanca, Avila, Madrid, Guadalajara, Teruel, Tarragona, Cáceres, Toledo, Cuenca, Castellón, Valencia, Badajoz, Ciudad Real, Albacete, Alicante, Huelva, Córdoba, Jaén, Murcia, Sevilla, Granada, Almería, Cádiz, Málaga. Se muestran también las islas de Baleares, Santa Cruz de las Islas y Las Palmas. Los países limítrofes Portugal y Francia están etiquetados.

Tabla 1.9. Comunidades autónomas de España

Comunidad	PIB (nominal millones de euros)
Cataluña	200.323
Comunidad de Madrid	189.432
Andalucía	145.452
Comunidad Valenciana	102.942
País Vasco	66.575
Galicia	57.678
Castilla y León	57.491
Canarias	41.733
Castilla-La Mancha	37.979
Aragón	34.098

Región Murcia	28.169
Islas Baleares	26.859
Principado de Asturias	23.175
Navarra	18.726
Extremadura	17.491
Cantabria	13.290
La Rioja	8.171
Ceuta	1.536
Melilla	1.385

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España. Información registrada en <http://ur1.ca/ay04v>

De acuerdo con la información registrada en el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2001), correspondiente al censo de población y vivienda, la población estimada es de 40.847.371. Distribuidos por género: 20.012.882 hombres y 20.834.489 mujeres. La revisión del patrón municipal con fecha de 1 de enero de 2011 reporta una población en España de 47.190.493; se estima en el 2011 en Madrid los 6'489.680 habitantes mientras que la distribución porcentual por género se mantiene en 23.283.197 varones y 23.907.306 mujeres. Estos datos se representan en la figura 1.28.

Figura 1.28. Distribución por género de la población española



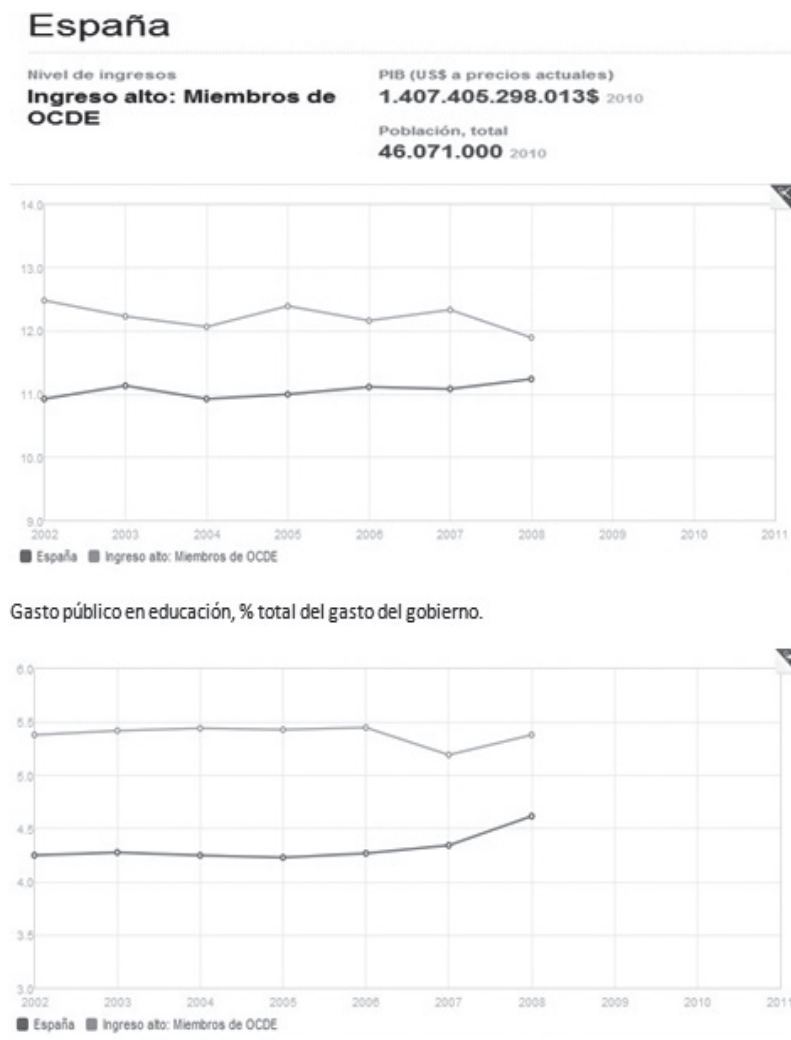
Nota: del total de la población de España el 49% son hombres y el 51% son mujeres.

Fuente: censo general de España, 2001

Respecto a la clasificación por ingresos de España por parte del Banco Mundial y la inversión del gobierno español en educación se tienen los siguientes reportes actuales:



Figura 1.29. Análisis realizado por el Banco Mundial sobre la inversión de España en Educación



Nota: España para 2008 empleó el 11,2% del porcentaje total del gasto del gobierno en educación y el 46% del total del PIB.

Fuente: Banco Mundial (2012)

Constitución Política

La Constitución española de 1978 establece que la educación tiene por objeto el pleno desarrollo de la personalidad humana en el respeto a los principios democráticos de convivencia y a los derechos y libertades fundamentales. Es obligatoria por diez años y tiene un cubrimiento para la población de los 6 a los 16 años de edad.

La Constitución española de 1978, en su artículo 27, establece los principios básicos que presiden la legislación en materia educativa. Señala que la educación es un derecho fundamental que los poderes públicos deben garantizar, así como las libertades individuales en materia educativa; contempla igualmente el principio de participación y autonomía universitaria y distribuye las competencias educativas entre la Administración del Estado y las Comunidades Autónomas.

Ley General de Educación. Ley Orgánica de Educación de 2006

El 3 de mayo de 2006 se aprueba la nueva Ley Orgánica de Educación (LOE) 2/2006 que entró en vigencia a partir de septiembre de 2006 y cuya implantación debería concluir en 2009/10. Esta Ley representa un esfuerzo por simplificar el complejo panorama normativo existente, derogadas las leyes anteriores (LOGSE, LOPEG y LOCE) se establece como norma básica de ordenación general del sistema educativo español en sus niveles no universitarios, incluyendo la educación infantil, primaria, secundaria obligatoria, bachillerato, formación profesional y la educación artística, deportiva y de personas adultas.

De acuerdo con el informe Unesco-IBE (2010-2011) las finalidades de la educación son el pleno desarrollo de la personalidad y las capacidades afectivas del alumnado, la formación en el respeto de los derechos y libertades fundamentales y la igualdad efectiva de oportunidades entre hombres y mujeres, el reconocimiento de la diversidad afectivo-sexual, así como la valoración crítica de las desigualdades para superar los comportamientos sexistas. Existen centros específicos que escolarizan a alumnos con necesidades educativas especiales asociadas a un determinado tipo de discapacidad.

El sistema educativo español se orienta a la consecución de los siguientes fines:

Artículo 1.

- El pleno desarrollo de la personalidad y de las capacidades de los alumnos.
- La educación en el respeto de los derechos y libertades fundamentales, en la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, y en la igualdad de trato y no discriminación de las personas con discapacidad.
- La educación en el ejercicio de la tolerancia y de la libertad dentro de los principios democráticos de convivencia, así como en la prevención de conflictos y la resolución pacífica de los mismos.
- La educación en la responsabilidad individual y en el mérito y esfuerzo personal.



- La formación para la paz, el respeto a los derechos humanos, la vida en común, la cohesión social, la cooperación y solidaridad entre los pueblos, así como la adquisición de valores que propicien el respeto hacia los seres vivos y el medio ambiente, en particular al valor de los espacios forestales y el desarrollo sostenible.
- El desarrollo de la capacidad de los alumnos para regular su propio aprendizaje, confiar en sus aptitudes y conocimientos, así como para desarrollar la creatividad, la iniciativa personal y el espíritu emprendedor.
- La formación en el respeto, el reconocimiento de la pluralidad lingüística y cultural de España y de la interculturalidad como un elemento enriquecedor de la sociedad.
- La adquisición de hábitos intelectuales y técnicas de trabajo, de conocimientos científicos, técnicos, humanísticos, históricos y artísticos, así como el desarrollo de hábitos saludables, el ejercicio físico y el deporte.
- La capacitación para el ejercicio de actividades profesionales.
- La capacitación para la comunicación en la lengua oficial y no-oficial, si la hubiere, y en una o más lenguas extranjeras.
- La preparación para el ejercicio de la ciudadanía y la participación activa en la vida económica, social y cultural, con actitud crítica y responsable y con capacidad de adaptación a las situaciones cambiantes de la sociedad del conocimiento (Unesco-IBE, 2010-2011, p. 2).

La Ley Orgánica de Educación considera además otros principios, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

Artículo 1.

- La igualdad de oportunidades, la inclusión educativa y la no discriminación se constituye en un elemento que tiende a equilibrar las desigualdades personales, culturales, económicas y sociales, con especial atención a las que deriven de condiciones de discapacidad.
- La práctica de valores que favorezcan la libertad personal, la responsabilidad, la ciudadanía democrática, la solidaridad, la tolerancia, la igualdad, el respeto y la justicia, valores que permeen la igualdad.

- La participación integral de la comunidad educativa en la organización, gobierno y funcionamiento de los centros docentes.
- La autonomía para establecer y adecuar las actuaciones organizativas y curriculares en el marco de las competencias y responsabilidades que corresponden al Estado, y a las comunidades autónomas, corporaciones locales y a los centros educativos en general.
- La calidad de la educación para todos sin distinciones.
- La concepción de la educación como un aprendizaje permanente, que se desarrolla a lo largo de toda la vida con intervención o no del aparato educativo.
- La flexibilidad para adecuar la educación a la diversidad.
- La consideración de la función docente como factor esencial de la calidad de la educación, el reconocimiento social del profesorado y el apoyo a su tarea.
- La evaluación del conjunto del sistema educativo, tanto en su programación, organización y en los procesos de enseñanza y aprendizaje como en sus resultados.
- La cooperación entre el Estado y las comunidades autónomas para definir, aplicar y evaluar las políticas educativas, así como la cooperación y colaboración de las administraciones educativas con las corporaciones locales en la planificación y ejecución de la política educativa.
- La educación para la prevención de conflictos y para la resolución de los mismos, así como la no violencia en todos los ámbitos de la vida personal, familiar y social.
- El desarrollo de la igualdad de derechos y oportunidades, fomentando la igualdad efectiva entre hombres y mujeres (MEPSD-CIDE, 2008).

Normas jurídicas del sistema educativo español

En la tabla 1.10 se resumen los principales decretos y leyes con los que se regula el sistema educativo en España.

**Tabla 1.10.** *Normatividad del sistema educativo español*

Normas jurídicas del sistema educativo español	
Nombre	Objetivo
Ley Orgánica reguladora del Derecho a la Educación (Lode) de 1985.	Garantizar el derecho a la educación y la libertad de enseñanza y fomentar la participación de la sociedad en la educación, racionalizar la oferta de puestos escolares financiados con fondos públicos. En ella se establecieron los fines generales de la educación, que han sido posteriormente completados y reformulados por la Ley Orgánica de Educación de 2006.
Ley Orgánica de Universidades (LOU) de diciembre de 2001, modificada en 2007.	Mejora de la calidad y excelencia en el desarrollo de la actividad universitaria. La LOU, sin modificar la estructura de los estudios, impulsa la acción del Estado en la vertebración y cohesión del sistema universitario, profundiza las competencias de las comunidades autónomas en materia de enseñanza superior, incrementa el grado de autonomía de las universidades y establece los cauces necesarios para fortalecer las relaciones y vinculaciones recíprocas entre universidad y sociedad. Diferentes aspectos de esta Ley han sido modificados por la Ley Orgánica de modificación de la LOU, aprobada en abril de 2007, que junto al Real Decreto 1393/2007 de Ordenación de las Enseñanzas Universitarias oficiales, aprobado en octubre de 2007, han establecido el nuevo marco normativo de la enseñanza universitaria.
Ley Orgánica de las Cualificaciones y de la Formación Profesional (Locfp) de junio de 2002.	Ordena un sistema integral de formación profesional, cualificaciones y acreditación, que responda a las demandas sociales y económicas a través de las diversas modalidades formativas. Establece el Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional, entendido como el conjunto de instrumentos y acciones necesarias para promover la integración de las ofertas de la formación profesional mediante del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales y la evaluación y acreditación de las competencias profesionales.
Ley Orgánica de Educación de mayo de 2006 que ha sustituido la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) de 1990.	LOGSE regulaba el sistema educativo en sus niveles no universitarios. La Ley reordenó el sistema educativo, estableciendo las enseñanzas de régimen general (educación infantil, primaria y secundaria); reguló las enseñanzas de régimen especial (artísticas y de idiomas) así como la educación de las personas adultas; estableció una reforma profunda de la formación profesional; atendió a la compensación de las desigualdades de la educación; y definió los factores que contribuyen a la mejora de la calidad de la enseñanza.

Ley de Reforma Universitaria (LRU) de 1983.	Desarrolló el precepto constitucional de la autonomía universitaria y efectuó una distribución de competencias en materia de educación universitaria entre el Estado, las comunidades autónomas y las propias universidades. De igual manera estableció las bases para la reforma de la organización y funcionamiento de la universidad.
La Ley Orgánica de Participación, Evaluación y Gobierno de los Centros Docentes (LOPEG).	Completa la organización y funciones de los órganos de gobierno de los centros financiados con fondos públicos con el fin de ajustarlos a lo establecido en la LOGSE.
La Ley Orgánica 10/2002 de Calidad de la Educación (LOCE).	Lograr una educación de calidad para todos y modificando, tanto la LODE como la LOGSE y la LOPEG. Las principales novedades de esta Ley fueron, entre otras: la gratuidad de la educación infantil; la implantación de itinerarios en la educación secundaria obligatoria; el establecimiento de una prueba general de bachillerato; el incremento de la autonomía de los centros escolares; la configuración de la carrera docente; la adopción de medidas para atender a los problemas de convivencia en las aulas, y el refuerzo de la lectura y de las materias instrumentales en todas las áreas.

Fuente: elaboración a partir de la normatividad del Ministerio de Educación.

Gestión del sistema educativo español

La educación en España es competencia compartida entre el Estado y las comunidades autónomas, corresponde a un modelo descentralizado basado en la Constitución española de 1978. Las comunidades autónomas asumen competencias en materia de educación y de los medios para su ejercicio en los ámbitos personales, funcionales, materiales y de todo carácter.

De acuerdo al informe Unesco-IBE (2010-2011) el Ministerio de Educación, Política Social y Deporte se transformó en Ministerio de Educación, órgano general del Estado que le corresponde ejercer algunas de las competencias educativas que le están atribuidas en exclusiva. A partir de 2008, en la reestructuración de los departamentos ministeriales, todos los órganos estatales del ámbito universitario han sido transferidos desde el Ministerio de Educación al Ministerio de Ciencia e Innovación.

En el sistema educativo español coexisten dos tipos de centros: públicos y privados. Los centros no universitarios privados pueden ser concertados o financiados con fondos públicos o no concertados. Los centros públicos pueden ser escuelas que corresponden a la educación infantil, colegios de educación primaria o educación infantil, institutos que imparten educación secundaria obligatoria, bachillerato y formación profesional. Los centros privados cubren los mismos niveles que los centros



públicos, pero son libres de elegir su denominación, que puede o no coincidir con la de los públicos. En la tabla 1.11 se resume la distribución de competencias entre las distintas administraciones educativas:

Tabla 1.11. *Competencias de las administraciones educativas españolas*

	Administraciones educativas		
	Administración del Estado	Administración autonómica	Administración local
Estructuras administrativas	Servicios centrales del Ministerio de Educación. Servicios periféricos: Alta inspección en cada comunidad autónoma. Direcciones provinciales de Ceuta y Melilla.	Departamentos o consejerías de educación de los respectivos gobiernos autonómicos.	Distintos servicios municipales de educación.
Competencias	Normativas y ejecutivas: Ordenación general del sistema, requisitos mínimos de los centros, cooperación internacional en materia de enseñanza, programación general de la enseñanza y regulación de los títulos académicos y profesionales, alta inspección, política de ayudas al estudio, titularidad y administración de los centros públicos en el extranjero, régimen jurídico de los centros extranjeros en España, estadística educativa para fines estatales, etc.	Normativas y ejecutivo administrativas: Titularidad administrativa en su territorio, creación y autorización de centros, administración de personal, desarrollo de la programación de la enseñanza, orientación y atención al alumnado, ayudas y subvenciones, etc.	Provisión de solares para la construcción de centros públicos, conservación, mantenimiento y reforma de los centros de educación infantil y primaria, programa de actividades extraescolares y complementarias, vigilancia del cumplimiento de la escolaridad obligatoria, etc.

Fuente: adaptado del informe Unesco-IBE (2010-2011)

El ordenamiento jurídico, de acuerdo con el informe Unesco-IBE (2010-2011, p. 8), se articula así:

1. Consejo Escolar del Estado: órgano de ámbito nacional para la participación social en la programación general de la enseñanza y para el asesoramiento a los proyectos de Ley o reglamentos que hayan de ser propuestos o dictados por el gobierno.

2. Consejo General de la Formación Profesional: adscrito al Ministerio de Trabajo e Inmigración, su objetivo es asesorar al gobierno en materia de formación profesional, la Conferencia General de Política Universitaria y el Consejo de Universidades.
3. Conferencia General de Política Universitaria: es el órgano de concertación, coordinación y cooperación de la política general universitaria. Está presidida el Ministro o Ministra de Ciencia e Innovación, los miembros son los responsables de la enseñanza universitaria en los Consejos de Gobierno de las comunidades autónomas y cinco miembros designados por la presidenta de la Conferencia. Entre sus funciones se destaca el establecimiento y la valoración de líneas generales de política universitaria, su articulación en el Espacio Europeo de Educación Superior y su interrelación con las políticas de investigación científica y tecnológica.
4. El Consejo de Universidades: es el órgano de coordinación académica, así como de cooperación, consulta y propuesta en materia universitaria. El Consejo está presidido por el Ministro o Ministra de Ciencia e Innovación y está compuesto por los rectores de las universidades y cinco miembros designados por la presidenta del Consejo.

En el nuevo marco legislativo se le concede un lugar privilegiado a los órganos colegiados y de control de los centros docentes, que son:

- Consejo Escolar: el Claustro de Profesores y los órganos de coordinación docente.
- Consejo Social: es el órgano colegiado a nivel universitario.
- Los Consejos Escolares Autonómicos, Territoriales o de Zona, Provinciales, Comarcales y Municipales/Locales: son los órganos superiores de consulta, asesoramiento y participación social en materia de enseñanza no universitaria en los correspondientes ámbitos geográficos.

La LOE de 2006 establece la *orientación educativa* como uno de los principios a los que debe atender la actividad educativa y forma parte, además, del conjunto de factores que favorecen la calidad de la enseñanza; se organiza en tres niveles, esta orientación es liderada por los profesionales de psicología y psicopedagogía:

- Orientación en el aula: es responsabilidad de los profesores-tutores.
- Orientación del centro educativo: es atendido por los Departamentos de Orientación en los centros o, al menos, por un orientador.
- El tercer nivel, concretado en los equipos de orientación de sector: debe atender las demandas de asistencia y asesoramiento técnico del propio profesorado,



de orientación a los alumnos en las transiciones de una etapa a otra o de un centro a otro, y de intervención psicopedagógica ante dificultades y problemas de aprendizaje altamente complejos y específicos (Unesco-IBE, 2010-2011, p.11)

Los centros que imparten enseñanzas de régimen especial son:

- Escuelas oficiales de idiomas
- Conservatorios
- Escuelas de arte
- Educación de adultos
- Facultades, corresponden a las unidades administrativas y académicas de las universidades
- Las escuelas técnicas o politécnicas superiores imparten enseñanzas de primer y segundo ciclo, de solo segundo ciclo y de tercer ciclo
- Las escuelas universitarias o escuelas universitarias politécnicas imparten únicamente estudios de primer ciclo
- Los centros adscritos o colegios universitarios para el primer ciclo de algunas licenciaturas

De acuerdo con el informe Unesco-IBE (2010-2011, p. 11) que recoge datos mundiales de educación, las universidades tienen autonomía para desarrollar su cometido docente e investigador y cuentan con institutos universitarios de investigación. Entre los órganos más importantes de la universidad se encuentran:

- Consejo social: órgano de participación de la sociedad cuya misión es aprobar los presupuestos y supervisar las actividades de carácter económico de la universidad, así como el rendimiento de sus servicios.
- Claustro universitario: órgano de representación de los distintos sectores de la comunidad universitaria cuya tarea es elaborar los estatutos, elegir al rector y aprobar las líneas generales de actuación de la universidad.
- Junta de gobierno: órgano ordinario de gobierno de la universidad, entre sus funciones se encuentran las relativas al desarrollo de las directrices del Claustro, la normativa de personal, las propuestas de presupuestos y programación, los conciertos con otras universidades e instituciones, las modificaciones sobre la existencia y el régimen de los centros.
- Órganos unipersonales: el rector, máxima autoridad en la gestión, dirección y representación de cada universidad; los vicerrectores; el secretario general y el gerente.

La Ley Orgánica de Educación de 2006 establece la inspección educativa como factor de calidad de la enseñanza, es ejercida a través de funcionarios públicos del Cuerpo de Inspectores de Educación. Se realiza alta inspección e inspección educativa a través de 17 altas inspecciones integradas en las delegaciones de gobierno existentes en las diferentes comunidades autónomas y se encarga de garantizar el cumplimiento de sus normas y requisitos en materia de enseñanza. Entretanto la supervisión del día a día escolar es tarea de la inspección educativa, dependiente de las administraciones autonómicas.

El Instituto de Evaluación depende de la Secretaría de Estado de Educación y Formación y del Ministerio de Educación, sus funciones se enuncian a continuación:

- Elaborar los planes plurianuales de evaluación general del sistema educativo, haciendo públicos previamente a su realización los criterios y procedimientos de evaluación.
- Elaborar el Sistema Estatal de Indicadores de la Educación, que contribuye al conocimiento del sistema educativo y orienta la toma de decisiones de las instituciones educativas y de todos los sectores implicados en la educación.
- Colaborar en la realización de las evaluaciones generales de diagnóstico, obteniendo datos representativos de todas las comunidades autónomas y del conjunto del Estado. Estas evaluaciones se realizan en la enseñanza primaria y secundaria, al final del segundo ciclo de la educación primaria y del segundo curso de la educación secundaria obligatoria. Tienen carácter formativo y orientador para los centros e informativo para las familias y para el conjunto de la comunidad educativa.
- Coordinar la participación del Estado español en las evaluaciones internacionales.
- La evaluación de la calidad del sistema universitario es responsabilidad de la Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación (Aneca) que se encarga de definir los criterios de evaluación de las universidades con la aprobación previa de la Conferencia General de Política Universitaria.

Con respecto al centro para la Innovación y Desarrollo de la Educación a Distancia (Cidead), Unesco-IBE (2010-2011, p. 13) reporta que se creó en 1992 con la función de coordinar y organizar los elementos y procesos de la educación a distancia.

Para 2008, entre sus funciones se destacan la producción y coordinación de recursos didácticos, la ordenación académica de la educación a distancia, la investigación sobre las necesidades de educación y formación existentes en los diversos colectivos; la planificación de la oferta educativa y la adecuación de los currículos y la metodología; el desarrollo de programas de formación y perfeccionamiento del profesorado a distancia; el diseño, seguimiento y evaluación de los medios didácticos; la incorporación



y extensión de las nuevas tecnologías de la comunicación y de la información en la educación a distancia, así como la atención educativa a aquellos alumnos que sigan enseñanzas a través de la modalidad a distancia.

El Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa (Ifiie), hasta 2009 el Centro de Investigación y Documentación Educativa, pertenece a la estructura de la Dirección General de Formación Profesional, dependiente de la Secretaría de Estado de Educación y Formación Profesional del Ministerio de Educación. Sus funciones son:

- Elaborar y difundir materiales curriculares y otros documentos de apoyo al profesorado, diseñar modelos para la formación del personal docente y diseñar programas específicos, en colaboración con las comunidades autónomas, destinados a la actualización científica y didáctica del profesorado.
- Elaborar publicación y difusión de estudios, informes y dossiers periódicos relativos a temas educativos de nuestro país y de los demás países de la Unión Europea.
- Coordinar la red de información sobre educación en Europa.
- Realizar evaluación de investigación educativa, así como la difusión de los resultados de la misma a nivel nacional e internacional.
- Fomentar la investigación y la innovación educativa a través de convocatorias anuales de premios nacionales.
- Participar en el Consorcio Europeo de Centros de Investigación y Desarrollo Educativo (Cidree) como miembro fundador, y en el Convenio Andrés Bello como país signatario.
- Organizar jornadas y presentaciones públicas de materiales didácticos, así como la participación en foros nacionales e internacionales organizados por diversas instituciones.
- Formar especialistas en investigación, innovación, documentación e informática por medio de convocatorias anuales de becas.
- Elaborar y coordinar las acciones y normativa para la adopción y desarrollo del Marco español de cualificaciones. (Unesco-IBE, 2010-211, p.13).

El Instituto Nacional de las Cualificaciones (Incul) se crea por el Real Decreto 375/1999 del 5 de marzo, apoya al Consejo General de Formación profesional para alcanzar los objetivos del sistema nacional de cualificaciones y formación profesional, la responsabilidad es definir, elaborar y mantener actualizado el Catálogo Nacional

de las Cualificaciones Profesionales y el correspondiente Catálogo Modular de Formación Profesional.

El Instituto de Tecnologías Educativas es la unidad del Ministerio de Educación responsable de la integración de las TIC en las etapas educativas no universitarias, tiene los siguientes objetivos:

- Elaborar y difundir materiales en soporte digital y audiovisual de todas las áreas de conocimiento, con el fin de que las TIC sean un instrumento ordinario de trabajo en el aula para el profesorado de las distintas etapas educativas.
- Gestionar convenios con las televisiones educativas.
- Realizar programas de formación específicos, en colaboración con las comunidades autónomas, en el ámbito de la aplicación en el aula de las TIC.
- Desarrollar recursos educativos del Ministerio de Educación.
- Crear redes sociales para facilitar el intercambio de experiencias y recursos entre el profesorado. (Unesco-IBE, 2010-211, p. 14)

Estructura del sistema educativo

Unesco-IBE (2010-2011) reporta la estructura y organización del sistema educativo español actualizada de la siguiente forma:

Educación preprimaria:

La educación infantil está dirigida a los niños y niñas entre los 0 y 6 años de edad, y se organiza en dos ciclos, un primer ciclo que abarca hasta los 3 años y un segundo ciclo desde los 3 hasta los 6 años. Ambos ciclos son de carácter educativo y voluntario. El segundo ciclo tiene, además, carácter gratuito (p.16).

En educación infantil existen diferencias de horarios según el tipo de centro público o privado. La jornada escolar en educación infantil suele ser de 35 horas semanales, siete horas diarias de lunes a viernes. La evolución de la educación infantil en los últimos años se describe en la tabla 1.12.

Tabla 1.12. *Educación infantil en España*

Descriptor	1999-2000	2004-2005	2009-2010
Alumnado matriculado	1.133.653	1.427.519	1.822.142
Primer ciclo (0-3 años)	88.926	199.341	401.582
Segundo ciclo (3-6 años)	1.044.727	1.228.178	1.420.560



Centros que imparten educación infantil	15.855	16.914	20.619
Centros públicos	11.444	11.832	13.841
Centros privados	4.411	5.082	6.778

Nota: datos de la evolución en educación infantil desde 1999 a 2010

Fuente: elaboración de acuerdo con la información de datos y cifras del curso escolar 2010/2011. Madrid, España.

Para impartir enseñanzas en este nivel es necesario contar con la titulación de maestro en estudios universitarios de primer ciclo, con una duración de tres cursos académicos. En el primer ciclo de la educación infantil pueden participar, además, otros profesionales como los educadores infantiles (titulados superiores de formación profesional).

La evaluación es global, continua y formativa en todos los niveles del sistema y sirve para identificar los aprendizajes adquiridos y el ritmo y características de la evolución de cada niño. La técnica principal para realizar dicha evaluación es la observación directa y sistemática. Los maestros evalúan, además de los procesos de aprendizaje, su propia práctica educativa.

Educación primaria

La educación primaria, de 6 hasta 12 años, es la primera etapa obligatoria del sistema y se organiza en tres ciclos de dos años cada uno. Junto con la educación secundaria obligatoria conforma la educación básica del sistema educativo español y tiene, además, carácter gratuito. (Unesco-IBE 2010-2011, p. 16)

El horario semanal establecido se compone de 25 periodos lectivos de 55 minutos cada uno, cinco horas diarias de lunes a viernes, de las cuales son 3 o 3,5 por la mañana y 1,5 o 2 por la tarde, aunque en algunas comunidades autónomas hay centros que han implantado la jornada continua.

En la educación primaria el Real Decreto 1513/2006 fija los aspectos básicos del currículo, que constituyen las enseñanzas mínimas de la educación primaria a los que se refiere el artículo 6.2 de la Ley de 2006. Las administraciones educativas establecen el currículo de la educación primaria, del que formarán parte las enseñanzas mínimas fijadas en el Real Decreto y requerirán el 65% de los horarios escolares o el 55% en las comunidades autónomas que tengan lengua co-oficial de acuerdo con el artículo 6.3 de la Ley de 2006.

Educación secundaria:

La Educación Secundaria Obligatoria (ESO) tiene una duración de cuatro años y está destinada para una población entre los 12 y 16 años de edad; el bachillerato cuenta con dos años de permanencia y la formación profesional de grado medio. El bachillerato es la última etapa de la educación secundaria, tiene carácter no obligatorio

y ordinariamente atiende a jóvenes de los 16 a los 18 años de edad. Se desarrolla en tres modalidades (artes, ciencias y tecnología, humanidades y ciencias sociales) con el fin de dotar a los estudiantes de una preparación especializada para estudios posteriores y para la inserción laboral. Existen también enseñanzas de régimen especial, que incluyen las enseñanzas artísticas, las enseñanzas deportivas y las enseñanzas de idiomas (Unesco-IBE 2010-2011, p. 16).

El horario semanal está compuesto por treinta sesiones lectivas de sesenta minutos de duración cada una, es decir, seis sesiones lectivas diarias, de lunes a viernes. Es importante mencionar que cada comunidad autónoma establece el calendario escolar. La duración del curso escolar comprende un mínimo de 165 días lectivos, distribuidos entre la primera quincena de septiembre y finales de junio. Los centros abren cinco días a la semana, a excepción de los días festivos o los periodos de vacaciones. La jornada escolar varía según el nivel educativo.

La ESO corresponde a la etapa final que completa la educación básica. Está conformada por cuatro cursos académicos, divididos en dos ciclos de dos años cada uno. Su objetivo es lograr que el alumnado adquiera los elementos básicos de la cultura en sus aspectos humanístico, artístico, científico y tecnológico; desarrollar y consolidar hábitos de estudio y trabajo preparando a los alumnos para la incorporación a estudios posteriores y la inserción a la vida laboral.

Las capacidades que los alumnos deben alcanzar a lo largo de la ESO expresadas en términos de objetivos de la etapa, según el informe Unesco-IBE (2010-2011, p. 34), son las siguientes:

- Asumir responsablemente sus deberes; conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás; practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos; ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- Desarrollar y consolidar hábitos de estudio, disciplina y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas de aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación.
- Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.
- Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para adquirir, con sentido crítico, nuevos conocimientos. Conseguir una preparación



básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

- Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- Comprender y expresar con corrección de textos y mensajes complejos, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, también en la lengua co-oficial de la comunidad autónoma, e iniciarse en la lectura, el conocimiento y el estudio de la literatura.
- Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.
- Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propia y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.
- Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.
- Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

La ESO se organiza en materias comunes para todos los alumnos, el currículo comprende materias de carácter optativo que adquieren un peso creciente a lo largo de la etapa. Las materias, así como las enseñanzas mínimas, correspondientes a la educación secundaria obligatoria han sido establecidas mediante el Real Decreto 1631/2006 del 29 de diciembre de 2006 y se describen en la tabla 1.13.

Cada comunidad autónoma implementa el Real Decreto 1631/2006 con pequeñas variaciones y se aclara que la hora corresponde a 55 minutos. La metodología en la ESO se adapta a las características de los alumnos, favoreciendo la capacidad para aprender por sí mismos (autonomía) y el trabajo en equipo, promoviendo además la

creatividad y el dinamismo e integrando los recursos de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) en el aprendizaje. Todos los centros realizan una evaluación de diagnóstico de las competencias básicas alcanzadas por sus alumnos al finalizar el segundo curso de la ESO, equiparables a las pruebas Saber 9 en Colombia.

Tabla 1.13. Enseñanzas mínimas en la ESO

Materias	Horas dedicadas a las enseñanzas mínimas 1º-3º	Horas dedicadas a las enseñanzas mínimas 4º
Ciencias de la naturaleza	230	-
Ciencias sociales, geografía e historia	210	70
Educación física	105	35
Educación para la ciudadanía y los derechos humanos	35	35
Educación ético-cívica	-	35
Educación plástica y visual	105	70
Lengua castellana y literatura	350	125
Lenguas extranjeras	315	105
Matemáticas	280	105
Música	105	-
Tecnologías	140	-
Religión	104	105
Materias optativas a elegir (tres)		210
Biología y geología		70
Educación plástica visual		70
Física y química		70
Latín		70
Música		70
Segunda lengua extranjera		70
Tecnología		70
Informática		70
Total horas	2012	895

Fuente: elaboración teniendo en cuenta el Real Decreto 1631/2006 del 29 de diciembre 2006 (Unesco-IBE, 2010-2011, p. 45).

El bachillerato es la última etapa de la educación secundaria, tiene carácter no obligatorio y comprende dos años de duración, ordinariamente de los 16 a los 18 años. La estructuración se presenta en la tabla 1.14.

La LOE de 2006, en el Título IV, implementa mecanismos de evaluación, resaltando que no debe centrarse únicamente sobre los resultados, resulta imprescindible realizar una evaluación general del sistema educativo, aplicando procedimientos de



evaluación sobre todos los elementos que lo integran: los procesos de aprendizaje de los alumnos, los resultados educativos, el currículo, la actividad del profesorado, los métodos de enseñanza, la función directiva, el funcionamiento de los centros educativos, la inspección y las propias administraciones educativas (Unesco-IBE, 2010-2011, p. 53).

Tabla 1.14. *Contenidos del bachillerato*

Materias comunes		
Ciencias para el mundo contemporáneo (70 horas) Educación física (35 horas) Filosofía y ciudadanía (70 horas) Historia de la filosofía (70 horas) Lengua castellana y literatura; lengua oficial propia correspondiente a la comunidad autónoma y literatura (210 horas) Lengua extranjera (210 horas)		
Modalidades		
Ciencias y tecnología	Humanidades y ciencias sociales	Artes
Biología, biología y geología, ciencias de la Tierra y medioambientales, dibujo técnico I y II, electrotecnias, física, física y química, matemáticas I y II, química y tecnología industrial I y II.	Economía, economía de la empresa, geografía, griego I y II, historia del arte, historia del mundo contemporáneo, latín I y II, literatura universal, matemáticas aplicadas a las ciencias sociales I y II.	Artes plásticas, imagen y diseño: cultura audiovisual, dibujo artístico I y II, dibujo técnico I y II, diseño, historia del arte, técnicas de expresión gráfico-plástica, volumen. Artes escénicas, música y danza: análisis musical I y II, anatomía aplicada, artes escénicas, cultura audiovisual, historia de la música y de la danza, literatura universal, lenguaje y práctica musical.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1631/2006 del 29 de diciembre 2006

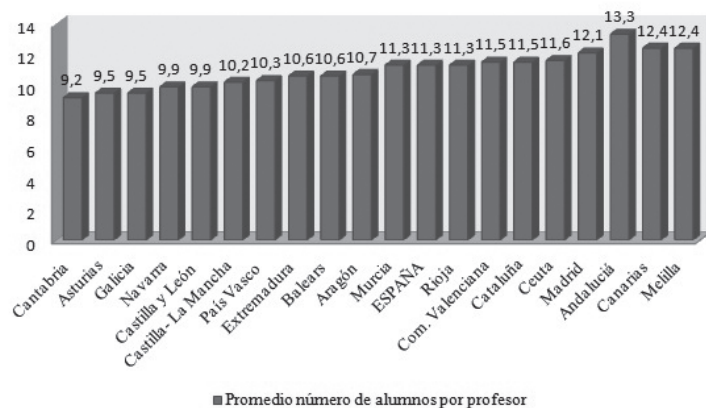
El número de alumnos por profesor es un indicador de calidad y por tanto un aspecto importante al momento de evaluar los resultados de un sistema. España y sus comunidades autónomas reportan datos sobre el promedio de alumnos por niveles para el curso 2009/2010 y se comparan con los países de la Unión Europea; la información del indicador español se describe en la figura 1.30 y la comparación con algunos países de la Unión Europea (UE) en la tabla 1.15.

La evaluación que se realiza en los centros educativos es de dos tipos: una evaluación interna, llevada a cabo por la propia comunidad educativa y la evaluación externa, aplicada

por especialistas en evaluación, normalmente por la Inspección Educativa. Entretanto la acreditación de la calidad se basa en el Modelo Europeo de Gestión de Calidad.

La Fundación Europea para la Gestión de Calidad (EFQM) se creó en 1988 y el 21 de abril de 1999 se anunció su última versión, la cual se adaptó para su aplicación a los centros educativos en el 2001. Los criterios evaluados son: liderazgo, política y estrategia, gestión personal, alianzas y recursos, procesos, efectos en los clientes, las personas y la sociedad y los resultados clave del centro educativo.

Figura 1.30. Promedio general de alumnos por profesor en los niveles de enseñanza no universitario. Curso escolar 2009-2010



Fuente: Ministerio de Educación, Secretaría General Técnica, Oficina de Estadística y Cifras. Curso escolar (2010-2011)

Tabla 1.15. Comparación del indicador de alumnos por profesor. España-países de la Unión Europea

Países UE	Educación primaria	Educación secundaria	Educación ESO. secundaria
Alemania	18.0	15.0	14.0
Bélgica	12.6	8.1	10.8
España	13.1	10.3	8.7
Finlandia	14.4	10.6	15.9
Francia	19.9	14.6	9.4
Italia	10.6	9.7	11.8
Países Bajos	15.8	-	15.8
Polonia	10.5	12.9	12.2
Portugal	11.3	8.1	7.3
Reino Unido	20.2	15.0	12.4
Suecia	12.2	11.4	14.7

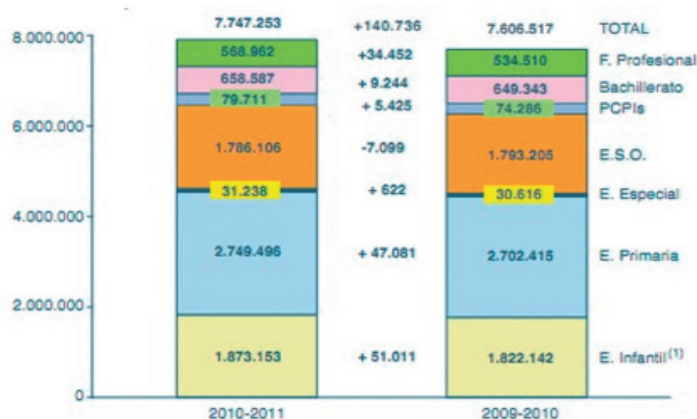
Fuente: Ministerio de Educación, Secretaría General Técnica, Oficina de Estadística y Cifras. Datos y cifras curso escolar (2010/2011)



Con el fin de mejorar la calidad de la enseñanza y el trabajo de los profesores, las administraciones educativas de cada comunidad autónoma son responsables de elaborar sus propios planes para la evaluación de la función pública docente junto a la participación del profesorado. En estos planes, que deben ser públicos, se incluyen los fines y los criterios de valoración y la forma de participación del profesorado, de la comunidad educativa y de la propia administración en el proceso evaluativo (Unesco-IBE, 2010-2011, p. 54).

En la figura 1.31 se presenta la matrícula de los diferentes niveles educativos para el curso escolar 2009/2010 y se proyecta el número de estudiantes para el curso 2010/2011.

Figura 1.31. *Matriculados por niveles del sistema educativo en el curso escolar 2009/2010 y proyecto matrícula 2010-2011*



Nota: alumnado escolarizado en centros autorizados por las administraciones educativas.

Fuente: Ministerio de Educación, Secretaría General Técnica, Oficina de Estadística y Cifras. Datos y cifras curso escolar (2010/2011)

Educación superior

La enseñanza universitaria se organiza en ciclos, cada uno con objetivos formativos específicos y valor académico autónomo. Los cuatro tipos de enseñanzas se describen:

- *De primer ciclo o ciclo corto*, con una duración de tres años, su superación supone la obtención del título de diplomado, ingeniero técnico o arquitecto técnico, según el tipo de estudios.

- *De primer y segundo ciclo o ciclo largo*, con una duración de 4, 5 ó 6 años, conducentes al título de licenciado, ingeniero o arquitecto.
- *De solo segundo ciclo*, con una duración de 2 años conducente al título de licenciado, ingeniero o arquitecto.
- *De tercer ciclo*, con una duración de 1 ó 2 años que, tras superarlos, se obtiene un Certificado-Diploma acreditativo de Estudios Avanzados (DEA), que les permite presentar una tesis doctoral y obtener el título de doctor. (Unesco-IBE, 2010-2011, p. 17)

En la universidad los cursos académicos inician a principios de octubre y finalizan en los primeros días de julio. El calendario legal establece 220 días lectivos por curso, las clases pueden impartirse en este nivel de lunes a sábado; también puede adoptarse una fórmula opcional que permita la distribución del total de horas semanales lectivas entre el lunes y el viernes, el primer curso académico se organiza en dos cuatrimestres. En todos los niveles hay dos semanas de vacaciones en navidad (última semana de diciembre y primera de enero) y una semana de vacaciones en pascua.

El nuevo marco normativo introducido a partir de 2007 establece que los planes de estudio deberán ajustarse a la nueva estructura de las enseñanzas universitarias en cuatro ciclos.

1. Enseñanzas de grado: conducen a la obtención del título de graduado y constan como mínimo de 240 créditos. La universidad propondrá la inscripción del correspondiente título de graduado/a a alguna de las siguientes ramas de conocimiento: artes y humanidades, ciencias, ciencias de la salud, ciencias sociales y jurídicas, ingeniería y arquitectura.
2. El plan de estudios deberá contener un mínimo de 60 créditos de formación básica y prácticas externas de una extensión máxima de 60 créditos; estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un trabajo de fin de grado que debe tener entre 6 y 30 créditos.
3. Enseñanzas de master: conducen a la obtención de los títulos de master universitario y tienen entre 60 y 120 créditos, que contienen toda la formación teórica y práctica que el estudiante debe adquirir. Estas enseñanzas concluyen con la elaboración y defensa pública de un trabajo de fin de master, que debe tener entre 6 y 30 créditos.
4. Enseñanzas de doctorado: para obtener el título de doctor o doctora es necesario haber superado un periodo de formación y un periodo de investigación organizado. Al conjunto organizado de todas las actividades formativas y de investigación conducentes a la obtención del título se denomina programa de doctorado. Este



programa incluye la elaboración y presentación de la correspondiente tesis doctoral. (Unesco-IBE, 2010-2011, p.16)

El currículo

El artículo 6.1 de la Ley General de Educación de 2006 (p. 16) define el currículo como el conjunto de objetivos, competencias básicas, contenidos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación.

Primer nivel de concreción curricular, los integrantes del Consejo Escolar de Estado dictaminan los proyectos normativos en materia educativa que tengan que ser aprobados por el Parlamento, el Gobierno o por el titular del Ministerio de Educación, por ejemplo los Reales Decretos por los que se establecen las enseñanzas mínimas.

Segundo nivel de concreción, cada centro educativo desarrolla el currículo adaptándolo a las características de su entorno y a sus propios fines educativos. El conjunto de actuaciones resultante de este ajuste se recoge, entre otros aspectos, en el Proyecto Educativo de Centro.

Tercer nivel de concreción, corresponde a la programación de aula, constituida por una serie de unidades didácticas que elabora el profesorado para cada grupo concreto de alumnos/as, con las adaptaciones curriculares necesarias. Fin de cita extensa

El Proyecto Educativo de Centro describe los valores, objetivos y prioridades de actuación que el Consejo Escolar establece o, en su caso, aprueba la propuesta del titular del Centro. Asimismo incorpora los currículos establecidos por la Administración Educativa, concretados y aprobados por el Claustro de Profesores así como el tratamiento en las áreas de la educación en valores y temas transversales. El proyecto debe tener en cuenta las características del entorno social y rol del Centro, recoge también la forma de atención a la diversidad del alumnado, la acción tutorial y el plan de convivencia.

La inclusión de las competencias básicas en el currículo tiene como finalidades:

- Integrar los diferentes aprendizajes, tanto los formales, incorporados a las diferentes áreas o materias, como los informales y no formales.
- Permitir a todos los estudiantes integrar sus aprendizajes, ponerlos en relación con distintos tipos de contenidos y utilizarlos de manera efectiva cuando les resulten necesarios en diferentes situaciones y contextos.
- Orientar la enseñanza al permitir identificar los contenidos y los criterios de evaluación que tienen carácter imprescindible y, en general, inspirar las distintas

decisiones relativas al proceso de enseñanza y de aprendizaje (Unesco-IBE, 2010-2011, p. 20).

En el marco de la propuesta realizada por la Unión Europea se han identificado ocho competencias básicas:

1. Comunicación lingüística
2. Matemáticas
3. El conocimiento y la interacción con el mundo físico
4. Tratamiento de la información y competencia digital
5. Social y ciudadana
6. Cultural y artística
7. Aprender a aprender
8. Autonomía e iniciativa personal

Las competencias están referidas al final de la etapa de educación obligatoria o secundaria, es importante que su desarrollo se inicie desde el comienzo de la escolarización, las áreas y materias del currículo deben promover que todos los estudiantes alcancen los objetivos educativos y, consecuentemente, adquieran las competencias básicas.

El currículo de la secundaria se estructura en materias, manteniéndose el enfoque adoptado por la educación primaria en cuanto a las competencias básicas previamente señaladas, las cuales tienen que haber sido desarrolladas al finalizar la etapa de la educación secundaria obligatoria.

Existe la evaluación de diagnóstico, regulada en el artículo 29 de la Ley Orgánica de Educación 2/2006 del 3 de mayo, la realizarán todos los alumnos al finalizar el segundo curso de la educación secundaria obligatoria, no tiene efectos académicos, es de carácter formativo y orientador para los centros, e informativo para las familias y para el conjunto de la comunidad educativa (Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre, p. 35).

Otro aspecto importante referido al currículo es la orientación educativa que se convierte en un derecho desde la Ley Orgánica de Educación y es el elemento central para articular la integración entre conocimientos, destrezas y valores en el alumno. Se desarrolla en tres niveles: aula, centro educativo y sector.

- *Nivel aula*: es competencia del profesor-tutor y su función principal es la inserción del alumno al grupo de compañeros, la adaptación escolar, la prevención de dificultades de aprendizaje, la orientación académica y profesional. Los tutores cuentan con la colaboración del orientador del Centro.



- *Nivel centro*: es competencia del equipo orientador, conformado por trabajadores sociales, psicopedagogos, pedagogos o psicólogos, su función es apoyar en la elaboración, desarrollo, evaluación y revisión del proyecto educativo. Se encarga de la atención individualizada de los alumnos, la evaluación de dificultades de aprendizaje, adopción de medidas de atención y en actividades para acercar a los Centros y la familia.
- *Nivel sector*: corresponde a los equipos de orientación que deben atender demandas de asistencia y asesoramiento técnico a los profesores y alumnos en cada una de las etapas por sector, este apoyo se refleja en las transiciones de una etapa a la siguiente y los cambios de Centro que puedan presentarse. Hay intervención psicopedagógica para atender las dificultades y problemas de aprendizaje complejos y específicos.

Los tres niveles definidos se cumplen entre las distintas comunidades autónomas y pueden presentarse variaciones, pero el fundamento prevalece. La orientación educativa se convierte en una oportunidad para que los alumnos reciban apoyo para poder desempeñar los objetivos de los niveles escolares.

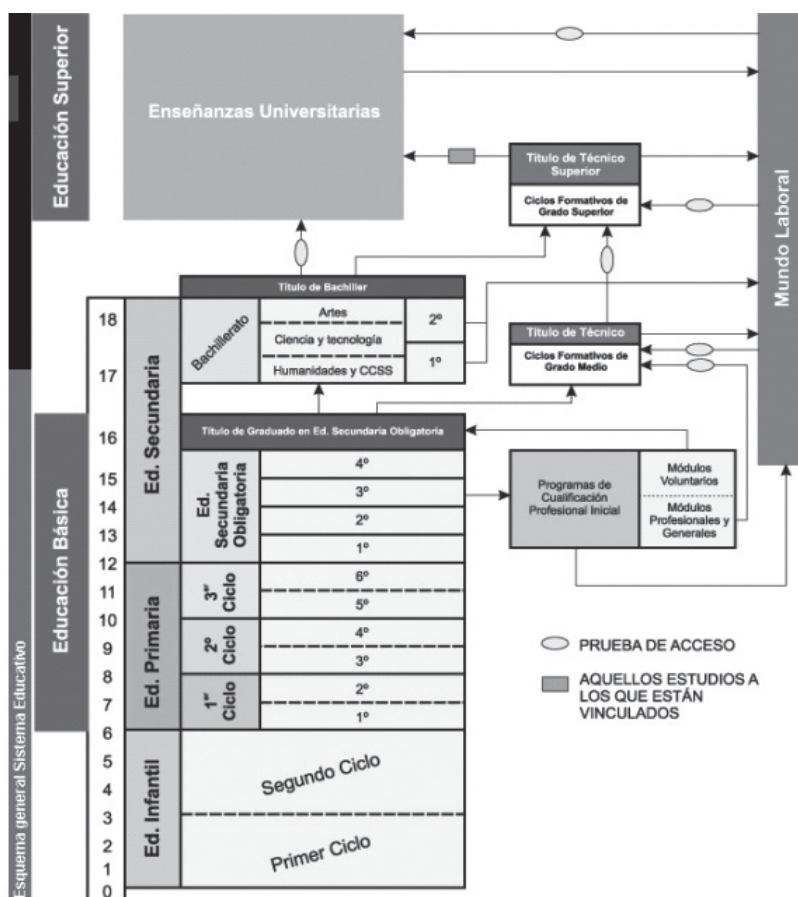
Las certificaciones sobre el currículo se otorgan así: en España la primera certificación corresponde a la aprobación de la educación básica que concierne a los estudios de primaria y la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Los ciclos de educación infantil no conllevan a una titulación. La certificación de educación básica faculta a los alumnos para acceder a la formación profesional de grado medio, al finalizar el bachillerato reciben un título indicando la modalidad elegida y pueden acceder a las enseñanzas que constituyen la educación superior; las enseñanzas de grado medio conllevan al título de técnico.

Aprendizaje a lo largo de la vida

El Ministerio de Educación español promueve el *Aprendizaje a lo Largo de la Vida* (ALV) bajo el principio fundante de que todas las personas deben tener la posibilidad de formarse durante toda su vida dentro y fuera del sistema educativo, complementando y ampliando sus conocimientos, capacidades, aptitudes y competencias, que le permitan crecer a nivel personal y profesional. Algunas estrategias que se implementan para lograr la educación para todos son: promover la educación no formal *on-line*, con los propósitos de formación técnica, ocupacional, cultural, formación en TIC, pruebas libres para la certificación de enseñanzas iniciales y los títulos de grado en ESO y bachiller, jornadas, cursos y congresos referidos al ALV, promoción, ayuda y cooperación en diversos contextos para el fomento del ALV.

La estructura del sistema educativo y las certificaciones que se obtienen se describe en la figura 1.32.

Figura 1.32. Sistema educativo español



Fuente: <http://ur1.ca/9778a>

Personal docente

La Ley Orgánica de Educación (LOE) de 3 de mayo de 2006, establece los requisitos de acceso a la función pública docente, la formación inicial y permanente, y las condiciones de reconocimiento, apoyo y valoración del profesorado que desempeña su trabajo en centros educativos no universitarios.

La Ley Orgánica 6/2001 de 21 de diciembre de Universidades (LOU), y la Ley Orgánica 4/2007 de 12 de abril, por la que se modifica la anterior, se constituyen en



las leyes educativas de referencia para los cambios relativos a la situación profesional del profesorado de las enseñanzas universitarias.

Para ejercer la docencia en las diferentes enseñanzas del sistema educativo se requiere título académico correspondiente y la formación pedagógica y didáctica necesaria para cada enseñanza. El personal docente se agrupa en tres categorías en función del nivel educativo donde ejerce su profesión; los requisitos se describen a continuación:

Educación infantil y primaria

Profesionales en posesión del título de maestro con la especialización en educación infantil, cuya duración es de tres años, o el título de grado equivalente (permanencia de 4 años), y por cualquier otro personal con la debida titulación para la atención a niñas y niños de 0 a 3 años de edad.

De acuerdo con el informe Eurybase 2009-2010 sobre el sistema educativo español, el profesorado de educación infantil y educación primaria se puede formar en las Escuelas Universitarias de Formación del Profesorado, en las Facultades de Educación y en los Centros de Formación del Profesorado adscritos a estas Facultades. Los programas tienen entre 180 y 270 créditos, de los cuales 32 corresponden a la práctica de iniciación docente en el aula.

De acuerdo con las políticas educativas referidas a la adaptación de las titulaciones universitarias al Espacio Europeo de Educación Superior (EES), las universidades han iniciado la aprobación de planes de estudio para obtener el título de grado en Educación Infantil y el título en Educación Primaria. La duración de los programas es de cuatro años correspondientes a 240 créditos europeos y su implementación inició en el curso académico 2008-2009. Se organiza en tres módulos que corresponden a:

1. Formación básica
2. Formación didáctica
3. Formación disciplinar

Para el segundo ciclo se requiere título de Magisterio (Maestro) y Especialización en Educación Infantil o el título de grado en Educación Infantil. Además, en su labor docente, pueden ser apoyados por maestros de otras especialidades. Para impartir las enseñanzas de educación primaria es necesario tener el título de Maestro de educación primaria o el título de grado equivalente.

Los títulos de Magisterio tienen siete especialidades:

- Educación infantil
- Educación primaria
- Lengua extranjera
- Educación física

- Educación musical
- Educación especial
- Audición y lenguaje

De acuerdo con el informe de Unesco-IBE 2010-2011, la legislación afirma que finalizado el grado los futuros docentes de educación infantil y primaria deberían haber adquirido una serie de competencias lingüísticas, tales como el nivel C1 (de un usuario competente, según el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas) en lengua castellana y, cuando proceda, en la otra lengua oficial de la comunidad, así como el nivel B1 (de un usuario independiente) en alguna lengua extranjera.

Educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanzas de régimen especial

La formación requerida para ejercer la docencia en la educación secundaria se regula mediante el Real Decreto 1497/1987, donde se establece, de acuerdo con el marco legislativo anterior y posterior al Eees, que es necesario tener el título de Licenciado, Ingeniero o grado equivalente, además de la formación pedagógica y didáctica correspondiente.

Para ser Profesor Técnico de Formación Profesional es necesario tener el título de Diplomado, Ingeniero, Técnico, Arquitecto o el título de grado correspondiente; en el caso de las enseñanzas de régimen especial, los requisitos de titulación son similares en términos generales al del profesorado de la ESO y bachillerato.

La formación del profesorado Técnico de Formación Profesional tiene un módulo cuya duración oscila entre 180 y 270 créditos. Los títulos de grado tienen como mínimo 140 créditos europeos, las prácticas tienen una duración de 60 créditos europeos de formación básica, y el trabajo final de grado representa entre 6 y 30 créditos europeos.

El Ministerio de Educación, a través del Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa (Ifiie) está liderando la formación permanente del profesorado; constituye tanto un derecho como una obligación de todos los docentes y una responsabilidad de las administraciones educativas y de los propios centros. Las actividades de formación, a las que el profesorado puede inscribirse voluntariamente, consisten en la realización periódica de acciones de actualización científica, didáctica y profesional.

El periodo de vacaciones oficiales del profesorado, en centros públicos y privados concertados, consta de 22 días hábiles en verano, más las vacaciones de Semana Santa, ocho días aproximadamente, y Navidad, alrededor de 15 días, para un total aproximado de 53 días calendario.



Educación superior

Existe una reforma de 2007 que se está llevando a cabo con el fin de adaptar el sistema universitario español al Espacio Europeo de Educación Superior (Eees), esto implica cambios en el sistema de formación del profesorado en España.

Eurybase (2009-2010) refiere que en las enseñanzas universitarias exista un régimen funcional y otro personal contratado; con respecto al régimen funcional se establece una formación inicial para diferentes docentes:

- Catedráticos de universidad: deben tener la condición de profesor titular de universidad o catedrático de escuela universitaria, con tres años de antigüedad y titulación de doctor.
- Profesores titulares de universidad: deben poseer título de doctor.
- Catedráticos de escuela universitaria: deben poseer título de doctor.
- Ayudantes: se contratan entre las personas que hayan superado todas las materias de estudio de un programa de doctorado.
- Profesores ayudantes doctores: deben poseer la condición de doctor y acreditar dos años de experiencia en tareas docentes y/o de investigación en centros no vinculados a la universidad a la que desean vincularse.
- Profesores colaboradores: se contratan entre licenciados, arquitectos e ingenieros o diplomados arquitectos, técnicos e ingenieros técnicos.
- Profesores contratados doctores: deben tener título de doctor, haber obtenido evaluación positiva por parte de Aneca y acreditar tres años de actividad docente e investigativa de carácter postdoctoral.
- Profesores asociados: corresponde a especialistas con reconocida competencia que acrediten ejercer su actividad fuera de la universidad a la que presentan la solicitud de ingreso.
- Profesores eméritos: se vinculan temporalmente y deben ser funcionarios jubilados de los cuerpos docentes universitarios, el requisito indispensable es haber prestado servicios destacados a la universidad.
- Profesores visitantes: contratados temporalmente entre profesores o investigadores de reconocido prestigio que procedan de otras universidades o centros de investigación.

El informe, titulado *Miradas sobre la educación*, afirma que en España “los profesores tienen que impartir 880 horas anuales en el nivel de primaria, 101 horas más que la media de la OCDE” (OCDE, 2011, p. 36). En el diario La Vanguardia.com de 10 de mayo de 2012 se afirma que:

Los salarios de los profesores en España son más altos que la media de la OCDE, la media de tiempo lectivo para los alumnos está próxima a la de la OCDE y el tiempo de formación para profesores, mayor que la media del resto de los países miembros. (<http://ur1.ca/9a6sw>, párrafo 7.)

En cuanto a la formación pedagógica y didáctica necesaria para el ejercicio de la práctica docente, tradicionalmente las universidades han organizado la mencionada formación didáctica en torno a los programas de aptitud pedagógica y cualificación pedagógica.

Un máster permite adquirir dicha formación, cuenta con un plan de estudios de una duración de 60 créditos europeos, se ha desarrollado alrededor de tres módulos: genérico, de carácter específico y práctico en la especialización correspondiente, que incluye un trabajo final de master.

Unesco-IBE (2010-2011) referencia la Ley Orgánica 4/2007 como la introductoria de un cambio significativo al suprimir las categorías de catedrático de escuela universitaria y profesor titular de escuela universitaria. Los primeros pueden integrarse en el cuerpo de profesores titulares de universidad, permanecer en su situación actual conservando su capacidad docente e investigadora o bien solicitar la acreditación para acceder al cuerpo de catedráticos de universidad. Por su parte los profesores titulares de escuela universitaria pueden ingresar, bajo la condición de poseer el título de doctor, al cuerpo de profesores titulares de universidad, o bien permanecer en su situación actual.

Los docentes ingresan en centros públicos a través de la superación del concurso-oposición establecido para cada uno de los cuerpos de funcionarios docentes: cuerpo de maestros, profesores de educación secundaria, música y artes escénicas, artes plásticas y diseño, escuelas oficiales de idiomas, técnicos de formación profesional y maestros de taller de artes plásticas y diseño.

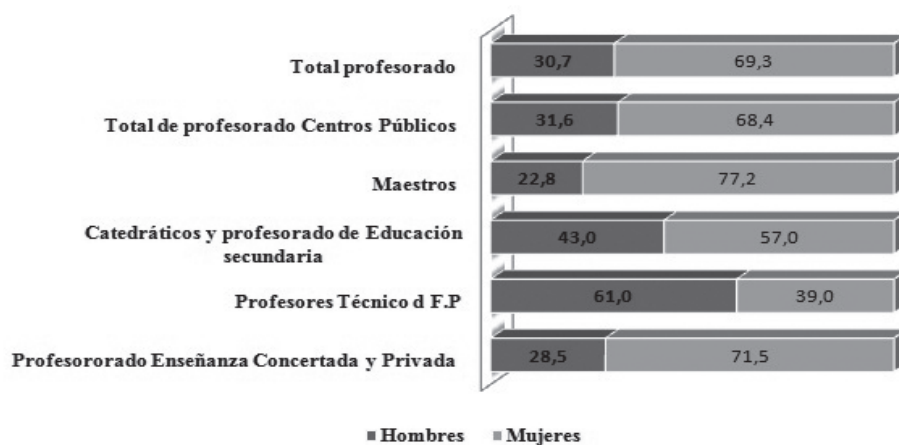
En la mayor parte de comunidades autónomas la jornada de trabajo de los profesores consta de 35 horas semanales; las de permanencia en el centro suelen oscilar entre 25 y 30 horas en función de la comunidad autónoma. Los docentes emplean la mayor parte del tiempo en impartir clase y el resto lo dedican a realizar actividades complementarias que corresponden a la preparación de tareas profesoras, perfeccionamiento profesional o a cualquier otra actividad pedagógica fuera del centro. La dedicación anual es de 1180 horas; 850 son lectivas y el resto complementarias.

Los funcionarios docentes pueden pertenecer a dos subgrupos distintos, A1 o A2; el subgrupo A1 está conformado por los profesores de educación secundaria, formación profesional y enseñanzas de régimen especial; el A2 está integrado por el



cuerpo de maestros de educación infantil y primaria. La retribución del profesorado en centros públicos, al igual que sucede para el conjunto de los funcionarios del Estado, se establece de acuerdo a los niveles adscritos, la categoría, antigüedad y puesto de trabajo.

Figura 1.33. *Distribución del profesorado por sexo en enseñanzas no universitarias*



Nota: datos correspondientes al curso 2008-2009.

Fuente: Ministerio de Educación, Secretaría General Técnica, Oficina de Estadística y Cifras. Datos y cifras curso escolar (2010/2011)

Estándares curriculares en el área de ciencias

Para poder concretar la comparación del currículo en el área de interés es importante tener fiel información de los estándares curriculares en ciencias establecidos en Colombia y los Reales Decretos 1631/2006 de 29 de diciembre y 1513/2006, por los cuales se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria y educación primaria, respectivamente.

Colombia

El Ministerio de Educación Nacional, como resultado de una continua discusión con los actores del proceso educativo, da a conocer a la comunidad educativa los estándares básicos de competencias en el área de ciencias. Las habilidades científicas pretendidas y las actitudes que se quieren promover se describen en la tabla 1.16.

Tabla 1.16. *Estándares nacionales de ciencias naturales*

Habilidades científicas	Actitudes
• Explorar hechos y fenómenos. • Analizar problemas. • Observar, recoger y organizar información relevante. • Utilizar diferentes métodos de análisis. • Evaluar los métodos. • Compartir los resultados.	• Curiosidad. • Honestidad en la recolección de datos y su validación. • Flexibilidad. • Persistencia. • Crítica y apertura mental. • Disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza provisional, propia de la exploración científica. • Reflexión sobre el pasado, presente y futuro. • Deseo y voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos. • Disposición para trabajar en equipo.

Nota: los colegios públicos y privados deben diseñar sus currículos de área de acuerdo con los estándares establecidos por el MEN (2004).

Fuente: elaboración propia fundamentada en los estándares básicos de competencias en el área de ciencias, MEN (2004)

En Colombia, en la curiosidad e interacción social están los puntos de encuentro entre las ciencias sociales y las ciencias de la naturaleza, se trabajan con un mayor énfasis en las competencias, sin que con ello se pretenda excluir los contenidos temáticos. De acuerdo con el MEN (2004) no hay competencias independientes a los contenidos de un ámbito del saber; el qué, el dónde y el para qué de ese saber requiere de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones específicas para su desarrollo y dominio.

Conforme al MEN (2004) los estándares básicos de competencias son los criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender los niños, niñas y jóvenes, y establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer; en cada una de las áreas y niveles se constituyen en la guía referencial para que todas las instituciones escolares, urbanas o rurales, privadas o públicas de todo el país, ofrezcan la misma calidad de educación a los estudiantes de Colombia. Los estándares buscan que paulatinamente los niños colombianos adquieran las competencias que describen los ejes básicos pormenorizados en la tabla 1.17, requeridos para cumplir con las siguientes metas:

- Asuman compromisos personales a medida que avanzan en la comprensión de las ciencias naturales.
- Comprendan los conocimientos y métodos que usan los científicos naturales para buscar conocimientos y los compromisos que adquieren al hacerlo.
- Comprendan los conceptos y formas de proceder de las diferentes ciencias naturales (biología, física, química, astronomía, geografía...) para entender el universo.

**Tabla 1.17.** *Ejes básicos para ciencias naturales*

Entorno vivo	Entorno físico	Ciencia, tecnología y sociedad
Competencias específicas que permiten establecer relaciones entre diferentes ciencias naturales para entender la vida, los organismos vivos, sus interacciones y transformaciones.	Competencias específicas que permiten la relación de diferentes ciencias naturales para entender el entorno donde viven los organismos, las interacciones que se establecen y explicar las transformaciones de la materia.	Competencias específicas que permiten la comprensión de los aportes de las ciencias naturales para mejorar la vida de los individuos y de las comunidades, así como el análisis de los peligros que pueden originar avances científicos.
Grados décimo y once		
Procesos biológicos	Procesos físicos	Procesos químicos

Fuente: elaboración acorde con los estándares en ciencias naturales Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004, p. 13)

Los estándares se organizan en una secuencia de complejidad creciente y se agrupan en conjuntos de grados, estableciendo lo que los estudiantes deben saber y saber hacer al finalizar su paso por ese conjunto de cinco grados, descritos en la tabla 1.18.

Tabla 1.18. *Competencias al finalizar los cinco grados*

Aproximación al conocimiento científico	
• Al leer la evaluación de cada grado se tendrá claro qué se debe saber hacer con el conocimiento. • En este apartado se describe el saber hacer con el conocimiento científico y se aproxima a los alumnos con el trabajo en ciencias. Aplicación del conocimiento, dominio cognitivo, conocimiento, aplicación y razonamiento.	
Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales	
Entorno vivo	• En la sección de evaluación se describen los contenidos que debe saber el estudiante en cada uno de los cinco grados de ciencia. Se describen los dominios de contenido o conceptuales que conforman el saber en una competencia. • En el eje de tecnología y sociedad se tratan los temas de salud, industria y medio ambiente.
Entorno físico	
Ciencia, tecnología y sociedad	
Desarrollo, compromisos personales y sociales	
• Se registra la composición del saber, ser referido al trabajo en equipo, aceptación del otro, solidaridad y otros elementos que se describen en la evaluación específica por niveles.	

Fuente: elaboración acorde con los estándares en ciencias naturales Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)

1. Grado de primero a tercero, las competencias para el primer grupo de cursos de primaria se describen en la tabla 1.19.

Tabla 1.19. *Competencias grados de primero a tercero*

Aproximación al conocimiento científico
• Observo mi entorno. • Formulo preguntas sobre objetos, organismos y fenómenos de mi entorno y exploro posibles respuestas. • Hago conjeturas para responder mis preguntas. • Diseño y realizo experiencias para poner a prueba mis conjeturas. • Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia. • Realizo mediciones con instrumentos tales como la regla, el metro, el termómetro, el reloj, la balanza, entre otros, y no convencionales como vasos, tazas, cuartas, pies y pasos. • Registro mis observaciones en forma organizada y rigurosa (sin alteraciones), utilizando dibujos, palabras y números. • Busco información en diversas fuentes: libros, Internet, experiencias propias y de otros y doy el crédito correspondiente. • Selecciono la información apropiada para dar respuesta a mis preguntas. • Analizo, con la ayuda del profesor, si la información obtenida es suficiente para contestar mis preguntas. • Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas. • Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas. • Comunico de diferentes maneras el proceso de indagación y los resultados obtenidos.

Fuente: elaboración acorde con los estándares en ciencias naturales Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)

2. Grado de cuarto a quinto, las competencias para los cursos de primaria se describen en la tabla 1.20.

Tabla 1.20. *Competencias grados cuarto y quinto*

Aproximación al conocimiento científico
• Observo el mundo en el que vivo. • Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas. • Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas. • Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar, denominadas variables. • Diseño y realizo experimentos modificando una sola variable para dar respuesta a preguntas. • Realizo mediciones con instrumentos convencionales: balanza, báscula, cronómetro, termómetro, entre otros, y no convencionales: paso, cuarta, pie, braza, vaso, entre otras. • Registro mis observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa, sin alteraciones, en forma escrita y utilizando esquemas, gráficos y tablas. • Busco información en diversas fuentes (libros, Internet, experiencias y experimentos propios y de otros) y doy el crédito correspondiente. • Establezco relaciones entre la información y los datos recopilados. • Selecciono la información que me permite responder a mis preguntas y determino si es suficiente. • Saco conclusiones de mis experimentos, aunque no obtenga los resultados esperados. • Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas. • Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas. • Comunico, oralmente y por escrito, el proceso de indagación y los resultados que obtengo.

Fuente: elaboración acorde con los estándares en ciencias naturales Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)



3. Las competencias de sexto a séptimo se describen en la tabla 1.21.

Tabla 1.21. *Competencias grados sexto y séptimo*

Aproximación al conocimiento científico
• Observo fenómenos específicos. • Formulo preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas. • Formulo explicaciones posibles de acuerdo con el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos para contestar preguntas. • Identifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes. • Diseño y realizo experimentos, y verifico el efecto de modificar diversas variables para dar respuesta a preguntas. • Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos y las expreso en las unidades correspondientes. • Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas. • Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna. • Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia. • Utilizo las matemáticas como una herramienta para organizar, analizar y presentar datos. • Evalúo la calidad de la información, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente. • Establezco relaciones causales entre los datos recopilados. • Establezco relaciones entre la información recopilada en otras fuentes y los datos generados en mis experimentos. • Analizo si la información que he obtenido es suficiente para contestar mis preguntas o sustentar mis explicaciones. • Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados. • Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas. • Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las de teorías científicas. • Sustento mis respuestas con diversos argumentos. • Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias. • Comunico oralmente y por escrito el proceso de indagación y los resultados que obtengo, utilizando gráficas, tablas y ecuaciones aritméticas. • Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.

Fuente: elaboración acorde con los estándares en ciencias naturales Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004, p. 13)

Las competencias para octavo y noveno se describen en la tabla 1.22.

Tabla 1.22. *Competencias grados octavo y noveno*

Aproximación al conocimiento científico
• Observo fenómenos específicos. • Formulo preguntas específicas sobre una observación, experiencia o las aplicaciones de teorías científicas. • Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. • Identifico y verifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar. • Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos. • Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes. • Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas. • Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna. • Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia. • Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos. • Busco información en diferentes fuentes. • Evalúo la calidad de la información recopilada y doy el crédito correspondiente. • Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados. • Establezco relaciones entre la información recopilada y mis resultados. • Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental. • Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados. • Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas. • Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las teorías científicas. • Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias. • Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas. • Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.

Fuente: elaboración acorde con los estándares en ciencias naturales Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)



4. Las competencias para décimo y undécimo se exhiben en la tabla 1.23.

Tabla 1.23. *Competencias grados décimo y undécimo*

Aproximación al conocimiento científico
• Observo y formulo preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas. • Formulo hipótesis en relación al conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. • Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento. • Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones. • Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados. • Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas. • Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna. • Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia. • Establezco diferencias entre modelos, teorías, leyes e hipótesis. • Utilizo las matemáticas para modelar, analizar y presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones. • Busco información en diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente. • Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados. • Relaciono la información recopilada con los datos de mis experimentos y simulaciones. • Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental. • Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados. • Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas. • Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las teorías científicas. • Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas. • Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.

Fuente: elaboración acorde con los estándares en ciencias naturales Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)

Los estándares incluyen las denominadas ideas para exploradores de ciencias naturales que se describen en la tabla 1.24, en ellas se plantean situaciones cotidianas de observación que generen experiencias de investigación con el fin de promover la curiosidad y el interés por las ciencias.

El currículo de ciencias y su evaluación es un tema de interés para Colombia, si bien en el área de ciencias se encuentran definidos unos estándares nacionales desde 2004, estos deben evaluarse en cuanto a la pertinencia e impacto a través del seguimiento riguroso de la evaluación y aprovechando las pruebas liberadas en los procesos de evaluación externa como insumo para el profesorado en actualización y pertinencia del currículo en los contextos nacionales e internacionales, lo cual corresponde a la dinámica de materialización del currículo.

Tabla 1.24. Ideas exploradoras de ciencias por grados

Ideas para exploradores en ciencias naturales que permiten una serie de actividades	
Grados sugeridos	
Primero a tercero	Observación del cielo
• Observar el movimiento del Sol, la Luna y las estrellas en el cielo en un período de tiempo y registrar las observaciones. • Comunicar a los compañeros los resultados de las observaciones, compararlas con los de ellos y escuchar sus puntos de vista. • Presentar los resultados de las observaciones de diversas maneras.	
Cuarto y quinto	Máquinas simples
• Observar el entorno e identificar objetos específicos que ayudan al ser humano en su trabajo diario. • Diseñar objetos útiles para solucionar problemas específicos. • Comparar estos objetos con los diseñados por otros compañeros y por gente de otras épocas históricas.	
Sexto y séptimo	Movimiento de un péndulo
• Observar fenómenos específicos y encontrar en ellos relaciones que puedan ser expresadas utilizando las matemáticas como lenguaje. • Diseñar experimentos para probar hipótesis y verificar el resultado de modificar algunas de las condiciones del experimento que se está realizando. • Escuchar a los compañeros y presentar los resultados de indagaciones y experimentos.	
Octavo y noveno	Fenómenos ondulatorios
• Buscar en el entorno ejemplos de fenómenos ondulatorios y formular hipótesis sobre ellos y sus usos en la industria. • Diseñar experimentos para verificar las propias hipótesis y comparar los resultados con los modelos teóricos y los resultados obtenidos por otros compañeros. • Expresar los resultados obtenidos utilizando herramientas matemáticas, sacar conclusiones, así no se obtengan los resultados esperados, y formular nuevas preguntas sobre las ondas y sus interacciones.	
Décimo y undécimo	Diversidad biológica y evolución
• Comparar diversas hipótesis de los estudiantes sobre la evolución; de las que encuentran en distintas fuentes bibliográficas y presentarlas al curso de manera creativa. • Buscar aplicaciones de las teorías evolutivas y de las herramientas genéticas para solucionar diferentes problemas científicos. • Apreciar la diversidad colombiana como una de nuestras mayores riquezas. • Relacionar la evolución de esa diversidad biológica con las interacciones entre los factores ambientales y las diferentes formas de selección natural que modifican a los seres vivos.	

Fuente: elaboración acorde con los estándares en ciencias naturales Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004, p. 13)



España

Las enseñanzas mínimas en el área de ciencias de la naturaleza se describen en los Reales Decretos 1513 de 7 de diciembre de 2006 para primaria, y el Decreto 1631 de 29 de diciembre de 2006 para ESO.

Enseñanza primaria

De acuerdo con la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo, en el artículo 18 se definen las áreas de la educación primaria para los tres ciclos que la constituyen:

- Conocimiento del medio natural, social y cultural.
- Educación artística.
- Educación física.
- Lengua castellana y literatura o lengua cooficial y literatura.
- Lengua extranjera.
- Matemáticas.

De acuerdo con el Real Decreto 1513 de 2006, en el área denominada *Conocimiento del medio natural, social y cultural* se inscriben los contenidos del área de ciencias. El currículo del área posee un carácter interdisciplinar que establece relaciones orientadas a conseguir que los aprendizajes se apoyen mutuamente y se favorezca un aprendizaje significativo; el objetivo consiste en desarrollar las capacidades intelectuales de los niños, dotarles de conocimientos, habilidades y actitudes para que puedan comprender mejor la sociedad y el mundo actual y posibilitarles el acceso a él con madurez y responsabilidad. Además, la implementación de esta área contribuye de manera esencial a la socialización de niños y niñas, al aprendizaje de hábitos democráticos y al desarrollo de la convivencia.

La organización del currículo remite a un planteamiento contextualizado e integrado de las interacciones individuo/sociedad, medio físico/medio social, naturaleza viva/inerte, naturaleza/cultura, en sus dimensiones espacial y temporal, que parte de las experiencias directas o indirectas de los alumnos.

El currículo del área propende por atender al desarrollo evolutivo, físico, sensorial y psíquico del alumnado, al pensamiento concreto del niño de seis a doce años, su amplia capacidad e interés por aprender al establecer relaciones afectivas con los elementos de su entorno y, también, a la necesidad de iniciarlo en el pensamiento abstracto al final de la etapa, ofreciéndole la posibilidad de adquirir conocimientos, habilidades y actitudes para que pueda comprender mejor la sociedad y la contemporaneidad. Los objetivos y contenidos se pormenorizan en las tablas 1.25 a 1.28.

Tabla 1.25. *Objetivos del área medio natural, social y cultural en la enseñanza primaria*

Medio natural, social y cultural	
Objetivos	
• Identificar los principales elementos del entorno natural, social y cultural, analizando su organización, características e interacciones y progresando en el dominio de ámbitos espaciales cada vez más complejos. • Comportarse de acuerdo con los hábitos de salud y cuidado personal que se derivan del conocimiento del cuerpo humano, mostrando una actitud de aceptación y respeto por las diferencias individuales (edad, sexo, características físicas, personalidad). • Participar en actividades de grupo, adoptando un comportamiento responsable, constructivo y solidario, respetando los principios básicos del funcionamiento democrático. • Reconocer y apreciar la pertenencia a grupos sociales y culturales con características propias, valorando las diferencias con otros grupos y la necesidad del respeto a los Derechos Humanos. • Analizar algunas manifestaciones de la intervención humana en el medio, valorándola críticamente y adoptando un comportamiento en la vida cotidiana de defensa y recuperación del equilibrio ecológico y de conservación del patrimonio cultural. • Reconocer en el medio natural, social y cultural, cambios y transformaciones relacionados con el paso del tiempo e indagar algunas relaciones de simultaneidad y sucesión para aplicar estos conocimientos a la comprensión de otros momentos históricos. • Interpretar, expresar y representar hechos, conceptos y procesos del medio natural, social y cultural mediante códigos numéricos, gráficos, cartográficos y otros. • Identificar, plantearse y resolver interrogantes y problemas relacionados con elementos significativos del entorno, utilizando estrategias de búsqueda y tratamiento de la información, formulación de conjeturas, puesta a prueba de las mismas, exploración de soluciones, alternativas y reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje. • Planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos con una finalidad previamente establecida, utilizando el conocimiento de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos. • Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y como instrumento para aprender y compartir conocimientos, valorando su contribución a la mejora de las condiciones de vida de todas las personas.	

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1513 de 7 de diciembre de 2006

Tabla 1.26. *Contenidos primer ciclo de primaria*

Primer ciclo		
Bloque 1	<i>El entorno y su conservación</i>	• Orientación de elementos del medio físico en relación con el Sol. • Percepción y descripción de algunos elementos y fenómenos naturales: la Luna, las estrellas y el Sol, el día y la noche. • Observación de algunos fenómenos atmosféricos y primeras formas de representación. • Elementos básicos del medio físico: el aire y el agua. Uso responsable del agua en la vida cotidiana. • Observación, exploración e inicio de sencillos trabajos de algún ecosistema concreto, acuático o terrestre. • Observación y percepción de algunos elementos naturales y humanos del entorno.



Bloque 2	<i>La diversidad de los seres vivos</i>	• Observación de múltiples formas de vida. Identificación de diferencias entre seres vivos y objetos inertes. • Observación directa e indirecta de animales y plantas. • Clasificación según elementos observables, identificación y denominación. • Asociación de rasgos físicos y pautas de comportamiento de plantas y animales con los entornos en los que viven: camuflaje, cambio de color, grosor de pelaje, etc. • Relaciones entre los seres humanos, las plantas y los animales. • Desarrollo de hábitos de cuidado y respeto a los seres vivos. • Comunicación oral de las experiencias realizadas, apoyándose en imágenes y breves textos escritos.
Bloque 3	<i>La salud y el desarrollo personal</i>	• Identificación de las partes del cuerpo humano. Aceptación del propio cuerpo y del de los demás con sus limitaciones y posibilidades. • La respiración como función vital. Ejercicios para su correcta realización. • Identificación y descripción de alimentos diarios necesarios. • Valoración de la higiene personal, el descanso, la buena utilización del tiempo libre y la atención al propio cuerpo. • Identificación de emociones y sentimientos propios. • Hábitos de prevención de enfermedades y accidentes domésticos.
Bloque 4	<i>Personas, culturas y organización social</i>	• La familia. Relaciones entre sus miembros. Reparto equilibrado de las tareas domésticas y adquisición de responsabilidades. • Principales tareas y responsabilidades de los miembros de la comunidad educativa. Valoración de la importancia de la participación de todos. • Conciencia de los derechos y deberes de las personas en el grupo. Utilización de las normas básicas del intercambio comunicativo en grupo y respeto a los acuerdos adoptados. • Simulación de situaciones y conflictos de convivencia. • Acercamiento a las manifestaciones de las culturas presentes en el entorno como muestra de diversidad y riqueza. • Reconocimiento de diferentes profesiones, evitando estereotipos sexistas. • Formas de organización en el entorno próximo: la escuela y el municipio. Introducción al conocimiento de las responsabilidades y tareas de las instituciones locales. • Los desplazamientos y los medios de transporte. Responsabilidad en el cumplimiento de las normas básicas como peatones y usuarios. Importancia de la movilidad en la vida cotidiana. • Iniciación a la recogida de datos e información del entorno social próximo y en la lectura de imágenes.
Bloque 5	<i>Cambios en el tiempo</i>	• Utilización de las nociones básicas de tiempo (antes-después, pasado-presente-futuro, duración), unidades de medida (día, semana, mes, año). • Iniciación de la reconstrucción de la memoria del pasado próximo a partir de fuentes familiares. • Algunos acontecimientos del pasado y del presente y su relación con aspectos históricos cercanos a su experiencia. • Utilización de las fuentes orales y de la información proporcionada por objetos y recuerdos familiares para reconstruir el pasado.

Bloque 6	<i>Materia y energía</i>	• La diversidad de materiales. Clasificación según criterios elementales: estado de agregación, textura, color, forma, plasticidad, entre otros. • Observación de los efectos de la aplicación de una fuerza. Fuerzas en la misma dirección. Fuerzas de contacto y a distancia. • La percepción del sonido. La transmisión del sonido en diferentes medios. El ruido y la contaminación acústica. • Desarrollo de actitudes conscientes, individuales y colectivas, frente a determinados problemas medioambientales. • Reducción, reutilización y reciclaje de objetos y sustancias.
Bloque 7	<i>Objetos, máquinas y tecnologías</i>	• Identificación de la diversidad de máquinas en el entorno. • Montaje y desmontaje de objetos simples. • Observación y análisis del funcionamiento de objetos y máquinas. Identificación de elementos que pueden generar riesgo. • Uso cuidadoso de materiales, sustancias y herramientas. • Adopción de comportamientos asociados a la seguridad personal y al ahorro energético. • Identificación de los componentes básicos de un ordenador. Iniciación en su uso. Cuidado de los recursos informáticos.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1513 de 7 de diciembre de 2006

Tabla 1.27. *Contenidos segundo ciclo de primaria*

Segundo ciclo		
Bloque 1	<i>El entorno y su conservación</i>	Orientación en el espacio: los puntos cardinales. • Uso de planos del barrio o de la localidad. • Movimientos de la Tierra y fases de la Luna. Las estaciones del año. • Variables meteorológicas: temperatura, humedad, viento, precipitaciones. • Uso de aparatos meteorológicos e iniciación a los registros y representaciones gráficas del tiempo atmosférico. • Identificación y clasificación elemental de rocas. • La atmósfera. Actuaciones para evitar su contaminación. • El ciclo del agua. • Formas de relieve y accidentes geográficos. Localización de los más relevantes en el entorno próximo y en España. • Relaciones entre los elementos de los ecosistemas, factores de deterioro y regeneración. • Observación y descripción de distintos tipos de paisaje: interacción de naturaleza y seres humanos. • Respeto, defensa y mejora del medio ambiente.



Bloque 2	La diversidad de los seres vivos	• Animales vertebrados e invertebrados: aves, mamíferos, reptiles, peces, anfibios. • Características básicas, reconocimiento y clasificación. • Plantas: hierbas, arbustos y árboles. Características, reconocimiento y clasificación. • La nutrición, relación y reproducción de animales y plantas. • Clasificación de animales y plantas en relación con las funciones vitales. • Observación directa de seres vivos, con instrumentos apropiados y a través del uso de medios audiovisuales y tecnológicos. • La agricultura. Estudio de algunos cultivos. • La ganadería. Estudio de la cría de algunas especies. • Interés por la observación y el estudio de todos los seres vivos. • Comportamiento activo en la conservación y el cuidado de plantas y animales.
Bloque 3	La salud y el desarrollo personal	• Conocimiento de la morfología externa del propio cuerpo. Los cambios en las diferentes etapas de la vida. • Los sentidos, descripción de su papel e importancia de su cuidado habitual. • La relación con otros seres humanos y con el mundo. • Identificación y adopción de hábitos de higiene, descanso y alimentación sana. • Dietas equilibradas. Prevención y detección de riesgos para la salud. • Actitud crítica ante las prácticas sociales que perjudican un desarrollo sano y obstaculizan el comportamiento responsable ante la salud. • Identificación y descripción de emociones y sentimientos. • Planificación de forma autónoma y creativa de actividades de ocio, individuales o colectivas.

Bloque 4	<i>Personas, culturas y organización social</i>	• Estructuras familiares. Adquisición de responsabilidades en la familia. • Organización de la comunidad educativa y participación en las actividades del centro. • Diferentes formas de relación de los miembros de una comunidad (amistad, vecindad, etc.). • Las normas de convivencia y su cumplimiento. Valoración de la cooperación y el diálogo como forma de evitar y resolver conflictos. • Observación, identificación y descripción de algunos rasgos demográficos y económicos de entornos rurales y urbanos. • Identificación de las manifestaciones culturales populares que conviven en el entorno, reconocimiento de su evolución en el tiempo y valoración como elementos de cohesión social. • Bienes y servicios para satisfacer las necesidades humanas. Descripción del origen, transformación y comercialización de algún producto o servicio básico. • Responsabilidad en el cumplimiento de las normas como peatones y usuarios de transportes y de otros servicios. • Las administraciones como garantes de los servicios públicos. • Valoración de la importancia de la contribución ciudadana al funcionamiento de las instituciones. • Obtención de datos a través de las tecnologías de la información y la comunicación, valorando su contenido. • Análisis de algunos mensajes publicitarios y desarrollo de actitudes de consumo responsable. • La organización territorial del Estado español. Las comunidades autónomas.



Bloque 5	<i>Cambios en el tiempo</i>	• Utilización de unidades de medida temporal (década, siglo) e iniciación al manejo de las nociones de sucesión, ordenación y simultaneidad. • Uso de técnicas de registro y representación del pasado familiar y próximo. • Aproximación a sociedades de algunas épocas históricas a partir del conocimiento de aspectos de la vida cotidiana. • Evolución en un tiempo largo de algún aspecto de la vida cotidiana; relación con algunos hechos históricos relevantes. • Reconocimiento y valoración del significado de algunas huellas antiguas en el entorno (tradiciones, edificios, objetos). • Utilización de documentos escritos y visuales para obtener información histórica y elaborar distintos trabajos. • Identificación del papel de los hombres y las mujeres en la historia.
Bloque 6	<i>Materia y energía</i>	• Comparación, clasificación y ordenación de diferentes objetos y materiales a partir de propiedades físicas observables (peso, masa, estado, volumen, color, textura, olor, atracción magnética) y posibilidades de uso. • Identificación de fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan o se deformen. Fuerzas de atracción o repulsión. • Energía y los cambios. Fuentes y usos de la energía. Observación de la intervención de la energía en los cambios de la vida cotidiana. • Valoración del uso responsable de las fuentes de energía en el planeta. • Producción de residuos, la contaminación y el impacto ambiental. • Responsabilidad individual en el ahorro energético. • Identificación de mezclas. • Comportamiento de los cuerpos en función de la luz. La reflexión de la luz y la descomposición de la luz blanca. • Planificación y realización de experiencias sencillas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante cambios energéticos, haciendo predicciones explicativas sobre resultados. • Respeto por las normas de uso, seguridad y de conservación de los instrumentos y de los materiales de trabajo.

Bloque 7	<i>Objetos, máquinas y tecnologías</i>	• Identificación y descripción de oficios en función de los materiales, herramientas y máquinas que utilizan. • Identificación de las fuentes de energía con las que funcionan las máquinas. • Planificación y realización de algún objeto o máquina de construcción sencilla. • Conocimiento de algunos operadores mecánicos (eje, rueda, polea, plano inclinado, engranaje, freno, etc.) y de la función que realizan independientemente de la máquina en que se encuentren. • Reconocimiento de la importancia del uso de aplicaciones tecnológicas respetuosas con el medio ambiente. • Relevancia de algunos de los grandes inventos y valoración de su contribución a la mejora de las condiciones de vida. • Apreciación de la importancia de las habilidades manuales implicadas en el manejo de herramientas, aparatos y máquinas, superando estereotipos sexistas. • Elaboración de textos instructivos y explicativos para la comunicación oral y escrita, del desarrollo de un proyecto. • Utilización básica de tratamiento de textos: titulación, formato, archivo y recuperación de un texto, cambios, sustituciones e impresión. • Interés por cuidar la presentación de los trabajos en papel o en soporte digital. • Seguimiento de una secuencia dada para encontrar una información en Internet.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1513 de 7 de diciembre de 2006

**Tabla 1.28.** *Contenidos tercer ciclo de primaria*

Tercer ciclo		
Bloque 1	<i>El entorno y su conservación</i>	• Percepción y representación a escala de espacios conocidos. • Utilización e interpretación de diferentes representaciones sobre un mismo espacio (planos, fotografías aéreas, croquis y otros medios tecnológicos). • El universo y el sistema solar. • Combinación de elementos climatológicos. Diferencia entre tiempo y clima. Lectura e interpretación del tiempo atmosférico en distintas representaciones. • Características del clima del lugar en que se vive y de los principales climas. Influencia en el paisaje y en la actividad humana. • Identificación y clasificación de rocas y minerales. • El agua en la naturaleza, su contaminación y derroche. Actuaciones para su aprovechamiento. • Identificación y localización en diferentes representaciones cartográficas de elementos relevantes de geografía física y política del mundo. • Los seres humanos como componentes del medio ambiente y su capacidad de actuar sobre la naturaleza. • Valoración de la diversidad y riqueza de los paisajes del territorio español e interés por conocer paisajes de otros lugares.
Bloque 2	<i>La diversidad de los seres vivos</i>	• La estructura y fisiología de las plantas. • Uso de claves y guías de identificación de animales y plantas. • Observación y registro de algún proceso asociado a la vida de los seres vivos. Comunicación oral y escrita de resultados. • Estructura básica de la célula. Uso de la lupa binocular y de otros medios tecnológicos para su reconocimiento. • Aproximación a otras formas de vida: bacterias, virus, algas y hongos. • Búsqueda de información sobre los seres vivos y sus condiciones de vida. • Sensibilidad por la precisión y el rigor en la observación de animales y plantas y en la elaboración de los trabajos correspondientes. • Respeto por las normas de uso y de seguridad de los instrumentos y de los materiales de trabajo.

Bloque 3	<i>La salud y el desarrollo personal</i>	• El funcionamiento del cuerpo humano. Anatomía y fisiología. Aparatos y sistemas. • La nutrición (aparatos respiratorio, digestivo, circulatorio y excretor). • La reproducción (aparato reproductor). • La relación (órganos de los sentidos, sistema nervioso). • Conocimiento de primeros auxilios para saber ayudarse y ayudar a los demás. • Desarrollo de estilos de vida saludables. Reflexión sobre el cuidado y mantenimiento de los diferentes órganos y aparatos. • Actitud crítica ante los factores y prácticas sociales que favorecen o entorpecen un desarrollo saludable y comportamiento responsable. • La identidad personal. Conocimiento personal y autoestima. La autonomía en la planificación y ejecución de acciones y tareas. Desarrollo de iniciativa en la toma de decisiones.
Bloque 4	<i>Personas, culturas y organización social</i>	• Comprensión del funcionamiento de la sociedad a partir del análisis de situaciones concretas en organizaciones próximas. • La población en España y en la Unión Europea. Reconocimiento de la importancia demográfica, cultural y económica de las migraciones en el mundo actual. • Reconocimiento y valoración de la diversidad cultural y lingüística en España. • Rechazo de estereotipos y de cualquier tipo de discriminación y desarrollo de la empatía con los demás. • Producción de bienes y servicios para satisfacer las necesidades humanas. La importancia del sector servicios. Las desigualdades en el consumo. • El papel de las comunicaciones y los transportes en las actividades personales, económicas y sociales. • Aproximación a las instituciones de gobierno autonómicas y estatales: algunas de sus responsabilidades para la resolución de problemas sociales, medioambientales, económicos, etc. • La organización territorial y política de la Unión Europea. • Recogida de información de distintas fuentes para analizar situaciones y problemas. • Reconocimiento de la influencia de la publicidad sobre el consumo y actitud crítica ante ella.



Bloque 5	<i>Cambios en el tiempo</i>	• Convenciones de datación y de periodización (a.C., d.C.; edad). • Uso de técnicas para localizar en el tiempo y en el espacio, hechos del pasado para percibir la duración, la simultaneidad y la relación entre acontecimientos. • Factores explicativos de las acciones humanas, de los acontecimientos históricos y de los cambios sociales. • Caracterización de algunas sociedades de épocas históricas: prehistórica, clásica, medieval, los descubrimientos, desarrollo industrial y el mundo en el siglo XX a través del estudio de los modos de vida. • Acontecimientos y personajes relevantes de la historia de España. • Conocimiento, valoración y respeto de manifestaciones significativas del patrimonio histórico y cultural. • Utilización de distintas fuentes históricas, geográficas, artísticas, etc. para elaborar informes y otros trabajos de contenido histórico. • Valoración del papel de los hombres y las mujeres como sujetos de la historia.
Bloque 6	<i>Materia y energía</i>	• Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades (dureza, solubilidad, estado de agregación, conductividad térmica). • Utilización de diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo. • Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido. • Predicción de cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía. • Fuentes de energías renovables y no renovables. El desarrollo energético, sostenible y equitativo. • Responsabilidad individual en su consumo. • Diferentes formas de energía. Transformaciones simples de energía. • Separación de componentes de una mezcla mediante: destilación, filtración, evaporación o disolución. • Reacciones químicas. Combustión, oxidación y fermentación. • El calor, percepción y observación sistemática de sus efectos: aumento de temperatura y dilatación. • Cambios de estado y su reversibilidad. • Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad. Comunicación oral y escrita del proceso y del resultado. • Respeto por las normas de uso, seguridad y de conservación de los instrumentos y de los materiales de trabajo.

Bloque 7	<i>Objetos, máquinas y tecnologías</i>	• Relación entre las propiedades de los materiales y su uso en aplicaciones concretas. • Conocimiento de las aplicaciones, objetos y máquinas y de su utilidad para facilitar las actividades humanas. • Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas. • Circuitos eléctricos sencillos. • Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes. • Elaboración de un informe como técnica para el registro de un plan de trabajo, comunicación oral y escrita de conclusiones. • Valoración de la influencia del desarrollo tecnológico en las condiciones de vida y en el trabajo. • Utilización de recursos sencillos proporcionados por las tecnologías de la información para comunicarse y colaborar. • Búsqueda guiada de información en la red. • Uso progresivamente autónomo de tratamiento de textos (ajuste de página, inserción de ilustraciones o notas, etc.). • Toma de conciencia de la necesidad de controlar el tiempo de entretenimiento con las tecnologías de la información y la comunicación, y de su poder de adicción.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1513 de 7 de diciembre de 2006

Enseñanza Secundaria Obligatoria

De acuerdo con el Real Decreto 1631 de 29 de diciembre de 2006, el estudio de las ciencias de la naturaleza pretende que los alumnos comprendan la complejidad de los problemas actuales, su implicación y las formas metodológicas que utiliza la ciencia para abordarlos, el significado de las teorías y modelos como explicaciones humanas a los fenómenos de la naturaleza, la importancia del conocimiento científico y sus límites, comprendiendo que la ciencia no afecta solo a los científicos sino que forma parte del acervo cultural de todos; los objetivos se trazan en la tabla 1.29.

**Tabla 1.29.** *Objetivos de las ciencias de la naturaleza en la ESO*

Ciencias de la naturaleza
• Objetivos
• Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos tecnocientíficos y sus aplicaciones. • Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global. • Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales así como comunicar a otros argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia. • Obtener información sobre temas científicos utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos. • Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas. • Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad. • Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de las ciencias de la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos. • Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible. • Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza y sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1631 de 29 de diciembre de 2006

Se pretende que los estudiantes adquieran conciencia sobre la ciencia y la tecnología como actividades humanas incluidas en contextos sociales, económicos y éticos, que les transmiten su valor cultural. El estudio de esta área, sin perder el rigor de la ciencia, debe interesarse por los contextos sociales y el modo en que los problemas afectan a las personas de forma global y local.

Es importante potenciar las actitudes de curiosidad, antidogmatismo, tolerancia y tendencia a fundamentar las afirmaciones y refutaciones, los contenidos giran alrededor de la información y la comunicación, la necesidad de caminar hacia la sostenibilidad del planeta, la salud como resultado de factores ambientales y la responsabilidad personal; los avances de la genética y el origen del universo y de la vida. Los contenidos de la ESO se describen en las tablas 1.30 a 1.33.

Tabla 1.30. *Contenidos del primer curso en la ESO*

Primer curso		
Bloque 1	<i>Contenidos comunes</i>	• Familiarización con las características básicas del trabajo científico por medio del planteamiento de problemas, discusión de su interés, formulación de conjeturas, experimentación, etc., para comprender mejor los fenómenos naturales y resolver los problemas que su estudio plantea. • Utilización de los medios de comunicación y las tecnologías de la información para seleccionar información sobre el medio natural. • Interpretación de datos e informaciones sobre la naturaleza y utilización de dicha información para conocerla. • Reconocimiento del papel del conocimiento científico en el desarrollo tecnológico y en la vida de las personas. • Utilización cuidadosa de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.
Bloque 2	<i>La tierra en el universo</i>	• El Universo y el Sistema solar. • El Universo, estrellas y galaxias, Vía Láctea, Sistema Solar. • La Tierra como planeta. Los fenómenos naturales relacionados con el movimiento de los astros: estaciones, día y noche, eclipses. • Utilización de técnicas de orientación. Observación del cielo diurno y nocturno. • El lugar de la Tierra en el Universo: el paso del geocentrismo al heliocentrismo como primera y gran revolución científica. • La materia en el Universo. • Propiedades generales de la materia. • Estados en los que se presenta la materia en el Universo y sus características. Cambios de estado. • Reconocimiento de situaciones y realización de experiencias sencillas en las que se manifiesten las propiedades generales de sólidos, líquidos y gases. • Identificación de mezclas y sustancias. Ejemplos de materiales de interés y su utilización en la vida cotidiana. • Utilización de técnicas de separación de sustancias. • Un Universo formado por los mismos elementos.



Bloque 3	<i>Materiales terrestres</i>	• La atmósfera. • Caracterización de la composición y propiedades de la atmósfera. Importancia del debate que llevó a establecer su existencia contra las apariencias y la creencia en el “horror al vacío”. • Fenómenos atmosféricos. Variables que condicionan el tiempo atmosférico. Distinción entre tiempo y clima. • Manejo de instrumentos para medir la temperatura, presión, velocidad y humedad del aire. • Reconocimiento del papel protector de la atmósfera, la importancia del aire para los seres vivos y para la salud humana y la necesidad de contribuir a su cuidado. • La hidrosfera. • La importancia del agua en el clima en la configuración del paisaje y en los seres vivos. • Estudio experimental de las propiedades del agua. • El agua en la Tierra en sus formas líquida, sólida y gaseosa. • El ciclo del agua en la Tierra y su relación con el Sol como fuente de energía. • Reservas de agua dulce en la Tierra: importancia de su conservación. • La contaminación, depuración y cuidado del agua. Agua y salud. • La geosfera. • Diversidad de rocas y minerales, características que permiten identificarlas. • Importancia y utilidad de los minerales. • Observación y descripción de las rocas más frecuentes. • Utilización de claves sencillas para identificar minerales y rocas. • Importancia y utilidad de las rocas. Explotación de minerales y rocas. • Introducción a la estructura interna de la Tierra.
Bloque 4	<i>Los seres vivos y su diversidad</i>	• Factores que hacen posible la vida en la Tierra. • Características de los seres vivos. Interpretación de sus funciones vitales. • El descubrimiento de la célula. Introducción al estudio de la biodiversidad. Clasificación de los seres vivos: los cinco reinos (móneras, protoctistas, hongos, plantas, animales). • Utilización de claves sencillas de identificación de seres vivos. • Los fósiles y la historia de la vida. • Utilización de la lupa y el microscopio óptico para la observación y descripción de organismos unicelulares, plantas y animales. • Valoración de la importancia de mantener la diversidad de los seres vivos. Análisis de los problemas asociados a su pérdida.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1631 de 29 de diciembre de 2006

El bloque uno, denominado contenidos comunes, plantea a lo largo de la ESO las actividades que acercan a los alumnos con el trabajo científico y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para obtener información sobre la naturaleza y sus fenómenos.

Tabla 1.31. *Contenidos del segundo curso en la ESO*

Segundo curso		
Bloque 1	<i>Contenidos comunes</i>	• Familiarización con las características básicas del trabajo científico mediante el planteamiento de problemas, discusión de su interés, formulación de conjeturas, diseños experimentales, etc., con el fin de comprender mejor los fenómenos naturales y resolver los problemas que su estudio plantea. • Utilización de los medios de comunicación y las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información sobre los fenómenos naturales. • Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia y expresarse adecuadamente. • Reconocimiento de la importancia del conocimiento científico para tomar decisiones sobre los objetos y de sí mismo. • Utilización correcta de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.
Bloque 2	<i>Materia y energía</i>	• La energía en los sistemas materiales. • La energía como concepto fundamental para el estudio de los cambios. Valoración del papel de la energía en nuestras vidas. • Análisis y valoración de las diferentes fuentes de energía, renovables y no renovables. • Problemas asociados a la obtención, transporte y utilización de la energía. • Toma de conciencia de la importancia del ahorro energético.
Bloque 3	<i>Calor y temperatura</i>	• El calor como agente productor de cambios. Distinción entre calor y temperatura. • Reconocimiento de situaciones y realización de experiencias sencillas en las que se manifiesten los efectos del calor sobre los cuerpos. • Interpretación del calor como forma de transferencia de energía. • Valoración de las aplicaciones de la utilización práctica del calor. • Luz y sonido. • Luz y visión: los objetos como fuentes secundarias de luz. • Propagación rectilínea de la luz en todas direcciones. • Reconocimiento de situaciones y realización de experiencias sencillas para ponerla de manifiesto. Sombras y eclipses. • Estudio cualitativo de la reflexión y de la refracción. • Descomposición de la luz: interpretación de los colores. • Sonido y audición. Propagación y reflexión del sonido. • Valoración del problema de la contaminación acústica y lumínica.



Bloque 5	<i>La vida acción</i>	• Las funciones vitales. • La nutrición: obtención y uso de materia y energía por los seres vivos. Nutrición autótrofa y heterótrofa. La importancia de la fotosíntesis en la vida de la Tierra. • La respiración en los seres vivos. • Las funciones de relación: percepción, coordinación y movimiento. • Características de la reproducción sexual y asexual. • Observación y descripción de ciclos vitales en animales y plantas.
Bloque 6	<i>El medio ambiente natural</i>	• Biosfera, ecósfera y ecosistema. Identificación de los componentes de un ecosistema. Influencia de los factores abióticos y bióticos en los ecosistemas. • Ecosistemas acuáticos de agua dulce y marinos. Ecosistemas terrestres: los biomas. • El papel que desempeñan los organismos productores, consumidores y descomponedores en el ecosistema. • Realización de indagaciones sencillas sobre algún ecosistema del entorno.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1631 de 29 de diciembre de 2006

El tema central se encuentra distribuido en cinco bloques; el primero se denomina contenidos comunes y plantea que a lo largo de la ESO las actividades deben acercar a los alumnos con el trabajo científico y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para obtener información sobre la naturaleza y sus fenómenos; el bloque 2 introduce los conceptos base de materia y energía; en los bloques 3, 4 y 5 se analiza la distribución y conservación de los sistemas de la energía, se interpreta su transferencia en forma de calor y se incluye el estudio de la luz y el sonido, posteriormente se comprende su transmisión a través de la tierra, la energía empleada en el cuerpo humano y aplicada en las funciones vitales y ecosistemas.

Tabla 1.32. *Contenidos del tercer curso de la ESO*

Tercer curso		
Bloque 1	<i>Contenidos comunes</i>	• Utilización de estrategias propias del trabajo científico como el planteamiento de problemas y discusión de su interés, la formulación y puesta a prueba de hipótesis e interpretación de los resultados. • Búsqueda y selección de información de carácter científico, utilizando las tecnologías de la información y comunicación y otras fuentes. • Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con la naturaleza. • Valoración de las aportaciones de las ciencias de la naturaleza para dar respuesta a las necesidades de los seres humanos y mejorar las condiciones de su existencia, apreciar y disfrutar de la diversidad natural y cultural, participando en su conservación, protección y mejora. • Utilización correcta de los materiales, sustancias e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.

Bloque 2	<i>Diversidad y unidad de estructura de la materia</i>	• La naturaleza corpuscular de la materia. • Contribución del estudio de los gases al conocimiento de la estructura de la materia. • Construcción del modelo cinético para explicar las propiedades de los gases. • Utilización del modelo para la interpretación y estudio experimental de las leyes de los gases. • Extrapolación del modelo cinético de los gases a otros estados de la materia. • La teoría atómico-molecular de la materia. • Revisión de los conceptos de mezcla y sustancia. Procedimientos experimentales para determinar si un material es una mezcla o una sustancia. Su importancia en la vida cotidiana. • Sustancias simples y compuestas. Experiencias de separación de sustancias de una mezcla. • Distinción entre mezcla y sustancia compuesta. Introducción de conceptos para medir la riqueza de sustancias en mezclas. • La hipótesis atómico-molecular para explicar la diversidad de las sustancias: introducción del concepto de elemento químico.
Bloque 3	<i>Estructura interna de las sustancias</i>	• Propiedades eléctricas de la materia. • Importancia de la contribución del estudio de la electricidad al conocimiento de la estructura de la materia. • Fenómenos eléctricos. • Valoración de las repercusiones de la electricidad en el desarrollo científico y tecnológico y en las condiciones de vida. • Estructura del átomo. • Modelos atómicos de Thomson y de Rutherford. • Caracterización de los isótopos. Importancia de las aplicaciones de las sustancias radiactivas y valoración de las repercusiones de su uso para los seres vivos y el medio ambiente.
Bloque 4	<i>Cambios químicos y sus repercusiones</i>	• Reacciones químicas y su importancia. • Interpretación macroscópica de la reacción química como proceso de transformación de unas sustancias en otras. Realización experimental de algunos cambios químicos. • Descripción del modelo atómico-molecular para explicar las reacciones químicas. Interpretación de la conservación de la masa. Representación simbólica. • Valoración de las repercusiones de la fabricación y uso de materiales y sustancias frecuentes en la vida cotidiana. • Biología y geología.



Bloque 5	<i>Las personas y la salud</i>	• Promoción de la salud. Sexualidad y reproducción humanas. • La organización general del cuerpo humano: aparatos, sistemas, órganos, tejidos y células. • La salud y enfermedad. Los factores determinantes de la salud. La enfermedad y sus tipos. Enfermedades infecciosas. • Sistema inmunitario. Vacunas. Trasplante y donación de células, sangre y órganos. • Higiene y prevención de las enfermedades. Primeros auxilios. Valoración de la importancia de los hábitos saludables. • La reproducción humana. Cambios físicos y psíquicos en la adolescencia. Los aparatos reproductores masculino y femenino. • El ciclo menstrual. Fecundación, embarazo y parto. Análisis de los diferentes métodos anticonceptivos. Enfermedades de transmisión sexual. • La respuesta sexual humana. Sexo y sexualidad. Salud e higiene sexual. • Alimentación y nutrición humanas. • Las funciones de nutrición. El aparato digestivo. Principales enfermedades. • Alimentación y salud. Análisis de dietas saludables. Hábitos alimenticios saludables. Trastornos de la conducta alimentaria. • Anatomía y fisiología del aparato respiratorio. Higiene y cuidados. Alteraciones más frecuentes. • Anatomía y fisiología del sistema circulatorio. Estilos de vida para una salud cardiovascular. • El aparato excretor: anatomía y fisiología. Prevención de las enfermedades más frecuentes. • Las funciones de relación: percepción, coordinación y movimiento. • La percepción. Órganos de los sentidos, su cuidado e higiene. • La coordinación y el sistema nervioso: organización y función. • El sistema endocrino: las glándulas endocrinas y su funcionamiento. Sus principales alteraciones. • El aparato locomotor. Análisis de las lesiones más frecuentes y su prevención. • Salud mental. Las sustancias adictivas: el tabaco, el alcohol y otras drogas. Problemas asociados. Actitud responsable ante conductas de riesgo para la salud. Influencia del medio social en las conductas.

Bloque 6	<i>Las personas y el medio ambiente</i>	• La actividad humana y el medio ambiente. • Los recursos naturales y sus tipos. Consecuencias ambientales del consumo humano de energía. • Importancia del uso y gestión sostenible de los recursos hídricos. La potabilización y los sistemas de depuración. Utilización de técnicas sencillas para conocer el grado de contaminación y depuración del aire y del agua. • Los residuos y su gestión. Valoración del impacto de la actividad humana en los ecosistemas. • Principales problemas ambientales de la actualidad. • Valoración de la necesidad de cuidar el medio ambiente y adoptar conductas solidarias y respetuosas con él.
Bloque 7	<i>Transformaciones geológicas debidas a la energía externa</i>	• La actividad geológica externa del planeta Tierra. • La energía solar en la Tierra, la atmósfera y su dinámica, interpretación de mapas del tiempo sencillos; el relieve terrestre y su representación y lectura de los mapas topográficos. • Alteraciones de las rocas producidas por el aire y el agua. La meteorización. • Los torrentes, ríos y aguas subterráneas como agentes geológicos. • La sobreexplotación de acuíferos. • La acción geológica del hielo y el viento. • Dinámica marina. • La formación de rocas sedimentarias. • El origen y utilidad del carbón, petróleo y gas natural. Valoración de las consecuencias de su utilización y agotamiento.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1631 de 29 de diciembre de 2006

En el curso tercero de la ESO se introduce el estudio de la química y física, indicando la importancia de los modelos como representaciones mentales de leyes y teorías. Se trabaja la articulación de estas áreas de estudio como base en la construcción de los modelos.

La biología se integra desde el tema de la organización general del cuerpo humano, la salud, sexualidad y reproducción humana; la geología se introduce en el bloque 7 con el análisis de la actividad geológica externa del planeta Tierra.

**Tabla 1.33.** *Contenidos de cuarto curso de la ESO*

Cuarto curso		
Física y química		
Bloque 1	<i>Las fuerzas y los movimientos</i>	• Las fuerzas como causa de los cambios de movimiento. • Carácter relativo del movimiento. Estudio cualitativo de los movimientos rectilíneos y curvilíneos. • Estudio cuantitativo del movimiento rectilíneo y uniforme. Aceleración. Galileo y el estudio experimental de la caída libre. • Los principios de la dinámica como superación de la física “del sentido común”. • Identificación de fuerzas que intervienen en la vida cotidiana: formas de interacción. Equilibrio de fuerzas. • La presión. Principio fundamental de la estática de fluidos. La presión atmosférica: diseño y realización de experiencias para ponerla de manifiesto. • La superación de la barrera cielos-Tierra: astronomía y gravitación universal. • La astronomía: implicaciones prácticas y su papel en las ideas sobre el Universo. • El sistema geocéntrico. Su cuestionamiento y el surgimiento del modelo heliocéntrico. • Copérnico y la primera gran revolución científica. Valoración e implicaciones del enfrentamiento entre dogmatismo y libertad de investigación. Importancia del telescopio de Galileo y sus aplicaciones. • Ruptura de la barrera cielos-Tierra: la gravitación universal. • La concepción actual del Universo. Valoración de avances científicos y tecnológicos. Aplicaciones de los satélites.
Bloque 2	<i>Profundización en el estudio de los cambios</i>	• Energía, trabajo y calor. • Valoración del papel de la energía en nuestras vidas. Naturaleza, ventajas e inconvenientes de las diversas fuentes de energía. • Conceptos de trabajo y energía. Estudio de las formas de energía: cinética y potencial gravitatorio. Potencia. • Ley de conservación y transformación de la energía y sus implicaciones. • Interpretación de la concepción actual de la naturaleza del calor como transferencia de energía. • Las ondas: otra forma de transferencia de energía.

Bloque 3	<i>Estructura y propiedades de las sustancias. Iniciación al estudio de la química orgánica</i>	• Estructura del átomo y enlaces químicos. • La estructura del átomo. El sistema periódico de los elementos químicos. • Clasificación de las sustancias según sus propiedades. Estudio experimental. • El enlace químico: enlaces iónico, covalente y metálico. • Interpretación de las propiedades de las sustancias. • Introducción a la formulación y nomenclatura de los compuestos binarios según las normas de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (International Union of Pure and Applied Chemistry UPAC). • Iniciación a la estructura de los compuestos de carbono. • Interpretación de las peculiaridades del átomo de carbono: posibilidades de combinación con el hidrógeno y otros átomos. Las cadenas carbonadas. • Los hidrocarburos y su importancia como recursos energéticos. El problema del incremento del efecto invernadero: causas y medidas para su prevención. • Macromoléculas: importancia en la constitución de los seres vivos. • Valoración del papel de la química en la comprensión del origen y desarrollo de la vida.
Bloque 4	<i>La contribución de la ciencia a un futuro sostenible</i>	• Un desarrollo tecnocientífico para la sostenibilidad. • Los problemas y desafíos globales a los que se enfrenta hoy la humanidad: contaminación sin fronteras, cambio climático, agotamiento de recursos, pérdida de biodiversidad, etc. • Contribución del desarrollo tecnocientífico a la resolución de los problemas. Importancia de la aplicación del principio de precaución y de la participación ciudadana en la toma de decisiones. • Valoración de la educación científica de la ciudadanía como requisito de sociedades democráticas sostenibles. • La cultura científica como fuente de satisfacción personal.
Biología y geología		
Bloque 1	<i>Contenidos comunes</i>	• Actuación de acuerdo con el proceso de trabajo científico: planteamiento de problemas y discusión de su interés, formulación de hipótesis, estrategias y diseños experimentales, análisis, interpretación y comunicación de resultados. • Búsqueda y selección de información de carácter científico, utilizando las tecnologías de la información, comunicación y otras fuentes. • Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y tomar decisiones sobre problemas relacionados con las ciencias de la naturaleza. • Reconocimiento de las relaciones de la biología y la geología con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente considerando las posibles aplicaciones del estudio realizado y sus repercusiones. • Utilización correcta de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.



Bloque 3	La evolución de la vida	• La célula, unidad de vida. • La teoría celular y su importancia en biología. La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos. • Los procesos de división celular. La mitosis y la meiosis. Características diferenciales e importancia biológica de cada una de ellas. • Estudio del ADN: composición, estructura y propiedades. Valoración de su descubrimiento en la evolución posterior de las ciencias biológicas. • Los niveles de organización biológicos. Interés por el mundo microscópico. • Utilización de la teoría celular para interpretar la estructura y el funcionamiento de los seres vivos. • La herencia y la transmisión de los caracteres. • El mendelismo. Resolución de problemas sencillos relacionados con las leyes de Mendel. • Genética humana. La herencia del sexo. La herencia ligada al sexo. Estudio de algunas enfermedades hereditarias. • Aproximación al concepto de gen, el código genético, las mutaciones. • Ingeniería y manipulación genética: aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes. Los alimentos transgénicos, la clonación, el genoma humano. • Implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en biotecnología genética y reproductiva. • Origen y evolución de los seres vivos. • Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. Evolución de los seres vivos: teorías fijistas y evolucionistas. • Datos que apoyan la teoría de la evolución de las especies, reconocimiento de las principales características de fósiles representativos, aparición y extinción de especies. • Teorías actuales de la evolución, gradualismo y equilibrio puntuado. • Valoración de la biodiversidad como resultado del proceso evolutivo. El papel de la humanidad en la extinción de especies y sus causas. • Estudio del proceso de la evolución humana.
Bloque 4	<i>Las transformaciones en los ecosistemas</i>	• La dinámica de los ecosistemas. • Análisis de las interacciones existentes en el ecosistema: las relaciones tróficas. Ciclo de materia y flujo de energía. Identificación de cadenas y redes tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos. Ciclos biogeoquímicos. • Autorregulación del ecosistema: las plagas y la lucha biológica. • Las sucesiones ecológicas. Formación y destrucción de suelos. Impacto de los incendios forestales e importancia de su prevención. • La modificación de ambientes por los seres vivos y las adaptaciones al entorno. Los cambios ambientales de la historia de la Tierra. • Cuidado de las condiciones medioambientales y de los seres vivos como parte esencial de la protección del medio natural.

Fuente: elaboración fundamentada en el Real Decreto 1631 de 29 de diciembre de 2006

En el cuarto curso de la ESO se trabaja la física desde el movimiento, las fuerzas y se finaliza el bloque 2 con el tema de la astronomía. En el bloque 3 se profundiza en el tema de la energía y su conservación, los conceptos de trabajo y calor y en el bloque 4 se introduce la química orgánica.

En el bloque 5 de química y física se trata el tema de la sostenibilidad, lo cual permite que el alumnado analice los problemas que afectan a la humanidad y la pertinencia de encontrar vías de solución a partir del conocimiento de las ciencias. Para el estudio de la biología y la geología se plantean, respectivamente, los siguientes temas: el estudio del origen de los seres vivos, la célula, herencia y dinámica de los ecosistemas; la historia de la tierra, la tectónica de placas y sus manifestaciones.

Evaluación del área de ciencias

Colombia

En las tablas 1.34 y 1.35 se presenta un breve análisis de los últimos dos decretos de evaluación vigentes en Colombia. Para el PISA 2006 el decreto vigente era el 230 de 2002. Para el año 2009 se transforma la evaluación del sistema de aprendizaje por procesos y se implementa el Decreto 1290 de 16 de abril, vigente hasta hoy.

Tabla 1.34. Decreto 230 de evaluación interna vigente para PISA 2006

Decreto de evaluación	230 de 2002
Ministro de Educación	Francisco José Lloreda Mera.
Presidente de la República de Colombia	Andrés Pastrana.
Estructura	Tres capítulos.
Bases conceptuales	1. Normas técnicas curriculares. 2. Evaluación y promoción de los educandos. 3. Evaluación académica institucional.



Aspectos relevantes	Capítulo 1. Normas técnicas curriculares • Orientaciones para la elaboración del currículo: fines y objetivos por nivel. • Normas técnicas para lineamientos curriculares. Planes de estudio: áreas obligatorias y fundamentales y optativas. Mínimos: • Intención. • Distribución de tiempo. • Logros, competencias y conocimientos. • Metodología. • Indicadores de desempeño. Capítulo 2. Evaluación y promoción de educandos • Continua e integral. • Valorar logros, competencias y conocimientos. • Determinar promoción. • Diseñar estrategias. • Suministrar información para autoevaluación. • Informes de evaluación por periodos. • No se retienen informes por no pago. • La Comisión de Evaluación elabora un Acta de Promoción de Aprendizajes (Apra) como evidencia del proceso. Promoción de los educandos en el 95% de acuerdo a: • Calificación de insuficiente o deficiente en tres o más áreas. • Calificación de insuficiente o deficiente en matemáticas o lenguaje durante dos años consecutivos en educación básica. • 25% de inasistencia injustificada. • Recuperaciones. • Educandos no promovidos-continuidad. Capítulo 3. Evaluación académica institucional • Evaluación académica institucional. • Mejoramiento. • Normas técnicas formuladas por el MEN. Se incluyen aspectos referentes a: • Autoevaluación. • Evaluación externa. • PEI y planes de estudio. • Correctivos y planes de mejoramiento.

Aspectos positivos	• Se ciñen logros, competencias y desempeños. • Reglamentación de aspectos mínimos.
Aspectos negativos	• Se habla en términos de calificación. • Promoción del 95% como condición obligada y poco sustentada. • Para una realidad netamente nacional. • Detrimento de la calidad.

Fuente: elaboración teniendo como referente el Decreto 230 del 11 de febrero de 2002. (MEN, 2002)

Tabla 1.35. *Decreto 1290 de evaluación de los aprendizajes de los estudiantes y la promoción escolar vigente para PISA 2009*

Decreto de evaluación	1290 de 2009
Ministra de Educación	Cecilia María Vélez White
Presidente de la República de Colombia	Álvaro Uribe Vélez
Estructura	Ocho artículos
Bases conceptuales	Define ámbitos de la educación a los cuales debe responder la evaluación. Establece parámetros para definir el sistema de evaluación. Escala Nacional de Valoración. Establece parámetros para validar el sistema de evaluación institucional. Articula la evaluación con el PEI. Define parámetros para promoción. Define responsables en el proceso de evaluación. Establece derechos.



Aspectos Relevantes	1. Define ámbitos de la educación a los cuales debe responder la evaluación • Internacional. • Nacional. • Institucional. 2. Establece parámetros para definir el sistema de evaluación • Se deberá enunciar claramente los propósitos de evaluación. • Características personales, intereses, ritmos de desarrollo y estilos. 3. El sistema debe hacer parte del PEI • Criterios de evaluación y promoción. • Escala de valores institucional y equivalencia con la escala nacional. • Estrategias de desempeño. • Seguimiento para el mejoramiento. • Procesos de autoevaluación. • Estrategias para resolver situaciones pedagógicas específicas. • Los directivos docentes y docentes deben cumplir con los procesos educativos. • Periodicidad en la entrega de informes. • Estructuración de informes. • Mecanismos de atención y resolución de reclamaciones. 4. Establece parámetros para validar el sistema de evaluación institucional • Definición del sistema. • Socialización del sistema. • Aprobación del sistema. • Incorporación al PEI. • Divulgación a estudiantes y comunidad educativa en general. • Divulgar procedimientos y mecanismos del sistema institucional de evaluación. • Informa el seguimiento para divulgar continuamente a nuevos padres y docentes. 5. Escala de valoración nacional • Desempeño muy superior. • Desempeño alto. • Desempeño básico. • Desempeño bajo. 6. Articula la evaluación con el PEI 7. Define parámetros para promoción • Los definidos por el establecimiento. • El porcentaje de inasistencia para perder lo establece la institución. • Debe garantizarse el cupo para repitentes. 8. Define responsables en el proceso de evaluación • Ministerio de Educación Nacional. • Secretarías de Educación Nacional. • Establecimiento educativo. 9. Derechos • A ser evaluado de manera integral y de acuerdo a los resultados de estudiantes, asistencia y acompañamiento. • Los padres deben estar informados de todo el proceso en sus diferentes momentos. • Registro escolar. • Constancias de desempeño. • Graduación.

Aspectos positivos	La escala nacional se define en escala de valoración. Mayor autonomía institucional bajo responsabilidades compartidas con el MEN, las Secretarías de Educación y el establecimiento educativo. Se evalúa el desempeño de los educandos como producto de la adquisición de competencias.
Aspectos negativos	Decisión tardía ante las situaciones que se venían presentando con docentes y estudiantes.

Fuente: elaboración teniendo como referente el Decreto 1290 del 16 de abril de 2009

La evaluación por competencias, en correspondencia con los estándares curriculares del área promulgados en 2004, se describe en las tablas 1.36 a 1.40.

Tabla 1.36. *Evaluación por competencias en los grados primero a tercero*

Grados de primero a tercero	
Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales	
Entorno vivo	• Establezco relaciones entre las funciones de los cinco sentidos. • Describo mi cuerpo y el de mis compañeros y compañeras. • Describo características de seres vivos y objetos inertes, establezco semejanzas y diferencias entre ellos y los clasifico. • Propongo y verifico necesidades de los seres vivos. • Observo y describo cambios en mi desarrollo y en el de otros seres vivos. • Describo y verifico ciclos de vida de seres vivos. • Reconozco que los hijos y las hijas se parecen a sus padres y describo algunas características que se heredan. • Identifico y describo la flora, fauna, el agua y suelo de mi entorno. • Explico adaptaciones de los seres vivos al ambiente. • Comparo fósiles y seres vivos; identifico características que se mantienen en el tiempo. • Identifico patrones comunes a los seres vivos.



Entorno físico	• Describo y clasifico objetos según características que percibo con los cinco sentidos. • Propongo y verifico diversas formas de medir sólidos y líquidos. • Establezco relaciones entre magnitudes y unidades de medida apropiadas. • Identifico diferentes estados físicos de la materia y verifico causas de los mismos. • Identifico y comparo fuentes de luz, calor y sonido y su efecto sobre diferentes seres vivos. • Identifico situaciones en las que ocurre transferencia de energía térmica y realizo experiencias para verificar el fenómeno. • Clasifico luces según color, intensidad y fuente. • Clasifico sonidos según tono, volumen y fuente. • Propongo experiencias para comprobar la propagación de la luz y sonido. • Identifico tipos de movimiento en seres vivos y objetos, y las fuerzas que los producen. • Verifico las fuerzas a distancia generadas por imanes sobre diferentes objetos. • Construyo circuitos eléctricos simples con pilas. • Registro el movimiento del Sol, la Luna y las estrellas en el cielo en un periodo de tiempo.
Ciencia tecnología y sociedad	• Clasifico y comparo objetos según sus usos. • Diferencio objetos naturales de objetos creados por el ser humano. • Identifico objetos que emitan luz o sonido. • Identifico circuitos eléctricos en mi entorno. • Analizo la utilidad de algunos aparatos eléctricos a mi alrededor. • Identifico aparatos que utilizamos hoy y que no se utilizaban en épocas pasadas. • Asocio el clima con la forma de vida de diferentes comunidades. • Identifico necesidades de cuidado de mi cuerpo y el de otras personas.
Desarrollo, compromisos personales y sociales	
• Escucho activamente a mis compañeros y compañeras y reconozco puntos de vista diferentes. • Valoro y utilizo el conocimiento de diversas personas de mi entorno. • Cumpro mi función y respeto la de otras personas en el trabajo en grupo. • Reconozco la importancia de animales, plantas, agua y suelo de mi entorno y propongo estrategias para cuidarlos. • Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno.	

Fuente: elaboración fundamentada en los estándares en ciencias naturales. Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)

En los estándares de ciencias naturales, al plantear el estudio de las ciencias hacia el logro de unas competencias, se establecen tres ejes básicos que se desarrollan a lo largo de los cinco grados que se definen para primaria y secundaria.

En el primer grado se involucran los cursos primero, segundo y tercero de primaria, y se espera que a través del estudio de los ejes sobre el entorno vivo, físico, ciencia, tecnología y sociedad, los alumnos adquieran las competencias para solucionar problemas que involucren los conocimientos propios de las ciencias naturales en cuanto a los sentidos y sus funciones, energía, seres bióticos y abióticos y la utilidad de aparatos eléctricos. En todos los grados definidos en los estándares se desarrollan compromisos personales y sociales que se constituyen en las competencias valorativas.

Tabla 1.37. *Evaluación por competencias grados cuarto y quinto*

Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales	
Entorno vivo	• Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos. • Identifico los niveles de organización celular de los seres vivos. • Identifico en mi entorno objetos que cumplen funciones similares a las de mis órganos y sustento la comparación. • Represento los diversos sistemas de órganos del ser humano y explico su función. • Clasifico seres vivos en diversos grupos taxonómicos: plantas, animales, microorganismos, entre otros. • Indago acerca del tipo de fuerza: compresión, tensión o torsión que puede fracturar diferentes tipos de huesos. • Identifico máquinas simples en el cuerpo de seres vivos y explico su función. • Investigo y describo diversos tipos de neuronas, las comparo entre sí y con circuitos eléctricos. • Analizo el ecosistema que me rodea y lo comparo con otros. • Identifico adaptaciones de los seres vivos teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en los que viven. • Explico la dinámica de un ecosistema teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos, es decir, la cadena alimenticia. • Identifico fenómenos de camuflaje en el entorno y los relaciono con las necesidades de los seres vivos.



Entorno físico	• Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias. • Verifico la posibilidad de mezclar diversos líquidos, sólidos y gases. • Propongo y verifico diferentes métodos de separación de mezclas. • Establezco relaciones entre objetos que tienen masas iguales y volúmenes diferentes o viceversa, y su posibilidad de flotar. • Comparo movimientos y desplazamientos de seres vivos y objetos. • Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre este. • Describo fuerzas en máquinas simples. • Verifico la conducción de electricidad o calor en materiales. • Identifico las funciones de los componentes de un circuito eléctrico. • Describo los principales elementos del sistema solar y establezco relaciones de tamaño, movimiento y posición. • Comparo el peso y la masa de un objeto en diferentes puntos del sistema solar. • Describo las características físicas de la Tierra y su atmósfera. • Relaciono el movimiento de traslación con los cambios climáticos. • Establezco relaciones entre mareas, corrientes marinas, movimiento de placas tectónicas, formas del paisaje y relieve y las fuerzas que los generan.
Desarrollo, compromisos personales y sociales	
• Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco puntos de vista diferentes y los comparo con los míos. • Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento. • Valoro y utilizo el conocimiento de diferentes personas de mi entorno. • Cumplo mi función cuando trabajo en grupo, respeto las funciones de otros y las contribuyo a lograr. • Identifico y acepto diferencias en las formas de vida y de pensar. • Reconozco y respeto mis semejanzas y diferencias con los demás en cuanto a género, aspecto y limitaciones físicas. • Propongo alternativas para cuidar mi entorno y evitar peligros que lo amenazan. • Cuido, respeto y exijo respeto por mi cuerpo y el de las demás personas. • Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno.	

Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2004)

Tabla 1.38. *Evaluación por competencias grados sexto y séptimo*

Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales	
Entorno físico	• Clasifico y verifico las propiedades de la materia. • Verifico la acción de fuerzas electrostáticas y magnéticas y explico su relación con la carga eléctrica. • Describo el desarrollo de modelos que explican la estructura de la materia. • Clasifico materiales en sustancias puras o mezclas. • Verifico diferentes métodos de separación de mezclas. • Explico cómo un número limitado de elementos hace posible la diversidad de la materia conocida. • Explico el desarrollo de modelos de organización de los elementos químicos. • Explico y utilizo la tabla periódica como herramienta para predecir procesos químicos. • Explico la formación de moléculas y los estados de la materia a partir de fuerzas electrostáticas. • Relaciono energía y movimiento. • Verifico relaciones entre distancia recorrida, velocidad y fuerza involucrada en diversos tipos de movimiento. • Comparo masa, peso y densidad de diferentes materiales mediante experimentos. • Explico el modelo planetario desde las fuerzas gravitacionales. • Describo el proceso de formación y extinción de estrellas. • Relaciono masa, peso y densidad con la aceleración de la gravedad en distintos puntos del sistema solar. • Explico las consecuencias del movimiento de las placas tectónicas sobre la corteza de la Tierra.



Ciencia tecnología y sociedad	• Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos. • Identifico recursos renovables y no renovables y los peligros a los que están expuestos debido al desarrollo de los grupos humanos. • Justifico la importancia del recurso hídrico en el surgimiento y desarrollo de comunidades humanas. • Identifico factores de contaminación en mi entorno y sus implicaciones para la salud. • Relaciono la dieta de algunas comunidades humanas con los recursos disponibles y determino si es balanceada. • Analizo las implicaciones y responsabilidades de la sexualidad y la reproducción para el individuo y para su comunidad. • Establezco relaciones entre transmisión de enfermedades y medidas de prevención y control. • Identifico aplicaciones de diversos métodos de separación de mezclas en procesos industriales. • Reconozco los efectos nocivos del exceso en el consumo de cafeína, tabaco, drogas y licores. • Establezco relaciones entre deporte y salud física y mental. • Indago sobre los adelantos científicos y tecnológicos que han hecho posible la exploración del universo. • Indago sobre un avance tecnológico en medicina y explico el uso de las ciencias naturales en su desarrollo. • Indago acerca del uso industrial de microorganismos que habitan en ambientes extremos.
Desarrollo, compromisos personales y sociales	
	• Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. • Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento. • Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico. • Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente. • Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas. • Identifico y acepto diferencias en las formas de vivir, pensar, solucionar problemas o aplicar conocimientos. • Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias. • Diseño y aplico estrategias para el manejo de basuras en mi colegio. • Cuido, respeto y exijo respeto por mi cuerpo y por los cambios corporales que estoy viviendo y que viven las demás personas. • Tomo decisiones sobre alimentación y práctica de ejercicio que favorezcan mi salud. • Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno.

Fuente: elaboración fundamentada en los estándares en ciencias naturales. Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)

En el tercer grado, que agrupa los cursos sexto y séptimo, se inicia el estudio de la química y física y se emplean los modelos como representaciones mentales para la explicación de la materia. En el eje de ciencia, tecnología y sociedad se trabajan problemáticas sobre sexualidad, reproducción humana, uso de sustancias psicoactivas, manipulación genética, microbiología y contaminación atmosférica.

En las competencias valorativas se trabaja el análisis de diferentes problemáticas alrededor del género, se reconoce a los compañeros y se labora a partir de la aceptación de la diferencia de opiniones. Se reconocen los aportes de diferentes conocimientos al científico y se plantean situaciones que generen la toma de decisiones frente al tratamiento de la información y la relación con otros.

Tabla 1.39. *Evaluación por competencias grados octavo y noveno*

Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales	
Entorno vivo	• Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares. • Comparo diferentes sistemas de reproducción. • Justifico la importancia de la reproducción sexual en el mantenimiento de la variabilidad. • Establezco la relación entre el ciclo menstrual y la reproducción humana. • Analizo las consecuencias del control de la natalidad en las poblaciones. • Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con sus características celulares. • Propongo alternativas de clasificación de algunos organismos de difícil ubicación taxonómica. • Identifico criterios para clasificar individuos dentro de una misma especie. • Comparo sistemas de órganos de diferentes grupos taxonómicos. • Explico la importancia de las hormonas en la regulación de las funciones en el ser humano. • Comparo y explico los sistemas de defensa y ataque de algunos animales y plantas en el aspecto morfológico y fisiológico. • Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos. • Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos. • Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies. • Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario.



Entorno físico	• Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente. • Comparo los modelos que explican el comportamiento de gases ideales y reales. • Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica y las expreso matemáticamente. • Relaciono las diversas formas de transferencia de energía térmica con la formación de vientos. • Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas. • Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación. • Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz. • Comparo masa, peso, cantidad de sustancia y densidad de diferentes materiales. • Comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de sus moléculas y las fuerzas electrostáticas. • Verifico las diferencias entre cambios químicos y mezclas. • Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución. • Comparo los modelos que sustentan la definición de ácido-base.
Ciencia, tecnología y sociedad	• Identifico productos que pueden tener diferentes niveles de pH y explico algunos de sus usos en actividades cotidianas. • Explico la relación entre ciclos termodinámicos y el funcionamiento de motores. • Explico las aplicaciones de las ondas estacionarias en el desarrollo de instrumentos musicales. • Identifico aplicaciones de los diferentes modelos de la luz. • Describo factores culturales y tecnológicos que inciden en la sexualidad y reproducción humanas. • Identifico y explico medidas de prevención del embarazo y de las enfermedades de transmisión sexual. • Reconozco los efectos nocivos del exceso en el consumo de cafeína, tabaco, drogas y licores. • Establezco relaciones entre el deporte y la salud física y mental. • Indago sobre avances tecnológicos en comunicaciones y explico sus implicaciones para la sociedad. • Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético. • Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética. • Establezco la importancia de mantener la biodiversidad para estimular el desarrollo del país. • Indago sobre aplicaciones microbiológicas en la industria. • Comparo información química de las etiquetas de productos manufacturados por diferentes casas comerciales. • Describo procesos físicos y químicos de la contaminación atmosférica.

Desarrollo compromisos personales y sociales
Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios de ellos pueden ser válidos simultáneamente. Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas. Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias. Diseño y aplico estrategias para el manejo de basuras en mi colegio. Cuido, respeto y exijo respeto por mi cuerpo y por los cambios corporales que estoy viviendo y que viven las demás personas. Tomo decisiones responsables y compartidas sobre mi sexualidad. Analizo críticamente los papeles tradicionales de género en nuestra cultura con respecto a la sexualidad y la reproducción. Tomo decisiones sobre alimentación y práctica de ejercicio que favorezcan mi salud. Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno. Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento. Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico.

Fuente: elaboración fundamentada en los estándares en ciencias naturales. Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)

En el nivel cuarto, que corresponde a los cursos octavo y noveno, se hace énfasis en el estudio de la física y la química a través del eje entorno físico, en el entorno vivo se trabaja principalmente la clasificación, taxonomía y reproducción.

Tabla 1.40. Evaluación por competencias grados décimo y undécimo

Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales	
Entorno vivo. Procesos biológicos	• Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos. • Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia. • Comparo casos en especies actuales que ilustren diferentes acciones de la selección natural. • Explico las relaciones entre materia y energía en las cadenas alimentarias. • Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de conversión de energía necesaria para organismos aerobios. • Busco ejemplos de principios termodinámicos en algunos ecosistemas. • Identifico y explico ejemplos del modelo de mecánica de fluidos en los seres vivos. • Explico el funcionamiento de neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos. • Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas. • Explico diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas. • Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia.



Entorno físico. Procesos químicos	• Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías. • Explico la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo. • Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente. • Explico los cambios químicos desde diferentes modelos. • Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza. • Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos. • Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos. • Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos. • Identifico condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos. • Caracterizo cambios químicos en condiciones de equilibrio. • Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas. • Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias. • Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano.
Entorno físico. Procesos físicos	• Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica. • Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos. • Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica. • Establezco relaciones entre estabilidad y centro de masa de un objeto. • Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos. • Explico el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo. • Relaciono masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos. • Establezco relaciones entre el modelo del campo gravitacional y la ley de gravitación universal. • Establezco relaciones entre fuerzas macroscópicas y fuerzas electrostáticas. • Establezco relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético. • Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.

Ciencia, tecnología y sociedad	• Explico aplicaciones tecnológicas del modelo de mecánica de fluidos. • Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria. • Analizo el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos. • Establezco relaciones entre el deporte y la salud física y mental. • Explico el funcionamiento de algún antibiótico y reconozco su uso. • Reconozco los efectos nocivos del exceso en el consumo de cafeína, tabaco, drogas y licores. • Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente. • Verifico la utilidad de microorganismos en la industria alimenticia. • Describo factores culturales y tecnológicos que inciden en la sexualidad y la reproducción humanas. • Argumento la importancia de las medidas de prevención del embarazo y de las enfermedades de transmisión sexual en el mantenimiento de la salud individual y colectiva. • Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia.
Desarrollo de compromisos personales y sociales	
• Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. • Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento. • Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico. • Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente. • Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas. • Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias. • Diseño y aplico estrategias para el manejo de basuras en mi colegio. • Cuido, respeto y exijo respeto por mi cuerpo y por el de las demás personas. • Tomo decisiones responsables y compartidas sobre mi sexualidad. • Analizo críticamente los papeles tradicionales de género en nuestra cultura con respecto a la sexualidad y la reproducción. • Tomo decisiones sobre alimentación y práctica de ejercicio que favorezcan mi salud. • Me informo sobre avances tecnológicos para discutir y asumir posturas fundamentadas en sus implicaciones éticas.	

Fuente: elaboración fundamentada en los estándares en ciencias naturales. Formar en ciencias ¡El desafío! (MEN, 2004)



España

Enseñanza primaria

De acuerdo con el Real Decreto 1513 de 2006, al finalizar cada uno de los ciclos de la enseñanza primaria, el profesorado del grupo evalúa y adopta las decisiones correspondientes sobre la promoción de los alumnos de acuerdo a la información y el criterio del profesor tutor. Para acceder al siguiente ciclo educativo se debe lograr el desarrollo correspondiente de las competencias básicas y el adecuado grado de madurez.

Hay promoción siempre y cuando los aprendizajes no sean requisito directo para el siguiente curso. Se accede a la Educación Secundaria Obligatoria si se ha alcanzado el desarrollo correspondiente de las competencias básicas y el adecuado grado de madurez. De igual forma se podrá acceder a la secundaria siempre y cuando los aprendizajes no alcanzados no impidan seguir con aprovechamiento la nueva etapa.

En la tabla 1.41 se describen los criterios de evaluación para la enseñanza primaria en España.

Tabla 1.41. Evaluación de área, medio natural, social y cultural en la enseñanza primaria

Primer ciclo de Enseñanza Primaria	
Poner ejemplos de elementos y recursos fundamentales del medio físico (Sol, agua, aire) y su relación con la vida de las personas, tomando conciencia de la necesidad de su uso responsable.	El alumno debe estar en capacidad para observar, describir y explicar algunos elementos del medio físico y los recursos vitales para los seres vivos (aire, agua, tierra). Se apreciará también su capacidad para valorar la importancia de la adopción de medidas de protección del medio por parte de todas las personas y de los organismos locales.
Reconocer y clasificar con criterios elementales a los animales y plantas más relevantes de su entorno, así como algunas otras especies conocidas por la información obtenida a través de diversos medios.	El alumno debe establecer criterios elementales de clasificación: tamaño, color, forma de desplazarse e identificar animales y plantas por su pertenencia a alguno de los grupos establecidos. La utilización de diversas fuentes, sobre todo las obtenidas a partir de medios tecnológicos, deberá ser dirigida por el docente pero requerirá que el niño sea capaz de integrar la información para su clasificación, independientemente de la fuente utilizada.
Poner ejemplos asociados a la higiene, la alimentación equilibrada, el ejercicio físico y el descanso como formas de mantener la salud, el bienestar y el buen funcionamiento del cuerpo.	El alumno debe conocer y valorar la relación entre el bienestar y la práctica de determinados hábitos como la alimentación variada, identificando alimentos como frutas y verduras o cereales, higiene personal, ejercicio físico regulado sin excesos o descanso diario de ocho a nueve horas.

Reconocer, identificar y hacer ejemplos sencillos sobre las principales profesiones y responsabilidades que desempeñan las personas del entorno.	• El alumno debe conocer sobre los trabajos de las personas del entorno, también se observará si valora positivamente la importancia de las diferentes profesiones, su contribución social y la responsabilidad que requieren, evitando estereotipos sexistas.
Reconocer algunas manifestaciones culturales presentes en el ámbito escolar, local y autonómico, valorando su diversidad y riqueza.	• El alumno debe conocer las principales manifestaciones culturales de la propia localidad y del ámbito autonómico, así como la percepción del valor cultural de la diversidad, el interés y el respeto ante la presencia de otras lenguas y otras realidades culturales presentes en el medio escolar.
Identificar los medios de transporte más comunes en el entorno y conocer las normas básicas como peatones y usuarios de los mismos.	• El alumno debe conocer los medios de transporte que se utilizan en el entorno próximo y la valoración que hacen de su utilidad. También se evaluará si conocen y respetan las normas básicas como peatones y usuarios referidas al funcionamiento de los semáforos, mirar antes de cruzar o abrocharse el cinturón de seguridad.
Ordenar temporalmente algunos hechos relevantes de la vida familiar o del entorno próximo.	• El alumno debe describir aspectos característicos de la vida familiar utilizando métodos sencillos de observación, nociones y unidades de medida temporales básicas.
Identificar diferencias en las propiedades elementales de los materiales, relacionando algunas de ellas con sus usos, y reconocer efectos visibles de las fuerzas sobre los objetos.	• El alumno debe identificar propiedades físicas observables como olor, sabor, textura, peso/masa, color, dureza, estado o capacidad de disolución en agua, explicar con ejemplos concretos y familiares la relación entre las características de algunos materiales y los usos a los que se destinan. También se valorará si captan intuitivamente la idea de fuerzas en relación con el movimiento. Deberán poner ejemplos sobre lo que ocurre cuando se aplican fuerzas de la misma dirección y cuando se trata de fuerzas en contacto o a distancia.
Montar y desmontar objetos y aparatos simples y describir su funcionamiento y la forma de utilizarlos con precaución.	• El alumno debe desarrollar habilidades manuales para montar y desmontar máquinas y objetos simples (balanza, bicicleta, tijeras, etc.), explicar cómo funcionan, para qué sirve cada parte y qué medidas de seguridad se deben tomar para no correr riesgos, tanto en el uso como en el montaje y desmontaje.



Realizar preguntas adecuadas para obtener información de una observación, utilizar algunos instrumentos y hacer registros claros.	El alumno, frente a una observación, debe plantearse interrogantes que le permitan obtener información relevante. Se valorará también el uso de algunos instrumentos como la lupa y la realización de textos escritos básicos a partir de modelos.
Segundo ciclo de enseñanza primaria	
Reconocer y explicar, recogiendo datos y utilizando aparatos de medida, las relaciones entre algunos factores del medio físico (relieve, suelo, clima, vegetación) y las formas de vida y actuaciones de las personas, valorando la adopción de actitudes de respeto por el equilibrio ecológico.	El alumno estará en capacidad de apreciar relaciones como las que se dan entre tipo de vivienda, cultivos, paisaje, vestimenta, etc. con el clima, relieve y la presencia de determinadas especies animales y vegetales, etc. como aproximación al concepto de hábitat. Asimismo se valorará si reconocen la importancia de la sostenibilidad del equilibrio ecológico y la necesidad de adoptar actitudes respetuosas con el medio, la necesidad de conservar estos recursos, especialmente el uso del agua.
Identificar y clasificar animales, plantas y rocas según criterios científicos.	El alumno debe conocer los criterios científicos para clasificar seres vivos o inertes; su régimen alimentario, su forma de reproducción o la morfología en seres vivos, su dureza, exfoliación o brillo en rocas y minerales. La evaluación supone que puedan activar los conocimientos necesarios para reconocer la especie que se aborda, inclusive con la ayuda de claves o pautas sencillas.
Identificar y explicar las consecuencias para la salud y el desarrollo personal de determinados hábitos de alimentación, higiene, ejercicio físico y descanso.	El alumno debe estar en capacidad para discernir actividades que perjudican y favorecen la salud y el desarrollo equilibrado de su personalidad, como la ingesta de golosinas, el exceso de peso de su mochila, los desplazamientos andando, el uso limitado de televisión, videoconsolas o juegos de ordenador, etc. Asimismo se valorará si van definiendo un estilo de vida propio adecuado a su edad y constitución, en el que también se contemple su capacidad para resolver conflictos, su autonomía, el conocimiento de sí mismo o su capacidad de decisión en la adopción de conductas saludables en su tiempo libre.

Identificar, a partir de ejemplos de la vida diaria, algunos de los principales usos que las personas hacen de los recursos naturales, señalando ventajas e inconvenientes y analizar el proceso seguido por algún bien o servicio, desde su origen hasta el consumidor.	• El alumno debe conocer los elementos fundamentales del medio físico, su relación con la vida de las personas así como el equilibrio existente entre los diferentes elementos del medio físico y las consecuencias derivadas del uso inadecuado del medio y de los recursos. De la misma manera se evaluará el grado de conocimiento de algunos procesos de producción de alimentos, técnicas y procedimientos de conservación de los mismos y su comercialización. Se valorará si sabe hacer ejemplos de la relevancia que tiene para la economía mundial la introducción de las tecnologías para el desarrollo de la sociedad del bienestar.
Señalar algunas funciones de las administraciones y de organizaciones diversas y su contribución al funcionamiento de la sociedad, valorando la importancia de la participación personal en las responsabilidades colectivas.	• El alumno debe conocer el funcionamiento general de los órganos de algunas organizaciones cercanas, el papel de las administraciones como garantes de los servicios públicos más importantes para mejorar la vida de los ciudadanos. Igualmente se valorarán los comportamientos de participación y asunción de responsabilidades para favorecer la convivencia en el aula y la participación en el centro.
Utilizar las nociones espaciales y la referencia a los puntos cardinales para situarse en el entorno, localizar y describir la situación de los objetos en espacios delimitados y utilizar planos y mapas con escala gráfica para desplazarse.	• El alumno debe interiorizar las nociones espaciales, saber localizar la situación de los puntos cardinales y poderse situar y desplazar en el espacio haciendo referencia a ellos y empleando planos y mapas con escala gráfica.
Explicar con ejemplos concretos la evolución de algún aspecto de la vida cotidiana relacionado con hechos históricos relevantes, identificando las nociones de duración, sucesión y simultaneidad.	• El alumno debe tener nociones básicas de tiempo histórico: presente-pasado-futuro, anterior-posterior, duración y simultaneidad (antes de, después de, al mismo tiempo que, mientras). El alumnado deberá situar correctamente, siguiendo los referidos criterios de sucesión, duración y simultaneidad, hechos históricos relevantes, relacionados con las formas de subsistencia y de organización social y otros relativos a la evolución de aspectos de la vida cotidiana como los diversos tipos y formas de realizar el trabajo, distintas clases de vivienda, medios de comunicación y de transporte y sociedades del pasado.



Identificar fuentes de energía comunes, procedimientos y máquinas para obtenerla. Poner ejemplos de su uso práctico y valorar la importancia de hacer una utilización responsable de las fuentes de energía del planeta.	• El alumno debe identificar las fuentes de energía más comunes (viento, Sol, combustibles, etc.) y si relacionan la energía con usos habituales en su vida cotidiana (la batidora, secador, calefacción, aire acondicionado, etc.). Reconocer el calor como transferencia de energía en procesos físicos observables, describir transformaciones simples de energía (la combustión en un motor para mover un coche, energía eléctrica para hacer funcionar una lámpara, etc.). Se deberán poner ejemplos de comportamientos individuales y colectivos para utilizar de forma responsable las fuentes de energía.
Analizar las partes principales de objetos y máquinas, las funciones de cada una de ellas y planificar y realizar un proceso sencillo de construcción de algún objeto, mostrando actitudes de cooperación en el trabajo en equipo y el cuidado por la seguridad.	• El alumno debe conocer y saber explicar las partes de una máquina (poleas, palancas, ruedas y ejes, engranajes) y cuál es su función. Se valorará si saben aplicar esos conocimientos a la construcción de algún objeto o aparato, por ejemplo un coche que rueda, dedicando correctamente las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo y las tecnológicas: unir, cortar, decorar, etc., sabiendo relacionar los efectos con las causas. Es fundamental valorar el trabajo cooperativo y su desenvolvimiento manual, apreciando el cuidado por la seguridad propia, de sus compañeros, de las herramientas y el uso ajustado de los materiales.
Obtener información relevante sobre hechos o fenómenos previamente delimitados, hacer predicciones de sucesos naturales y sociales integrando datos de observación directa e indirecta a partir de la consulta de fuentes básicas y comunicar los resultados.	• El alumno estará en capacidad de establecer conjeturas, tanto de sucesos que ocurren de una forma natural como de los que acontecen cuando se provocan a través de un experimento o una experiencia, valorándose más la coherencia de los razonamientos que el acierto. Asimismo hay que valorar si son capaces de reconocer cuando una idea es falsa; se prestará especial atención a la comunicación oral y escrita de resultados que debe acompañarse de imágenes, tablas, gráficos, esquemas, resúmenes, etc.

Tercer ciclo de enseñanza primaria	
Concretar ejemplos en los que el comportamiento humano influya de manera positiva o negativa sobre el medioambiente; describir algunos efectos de contaminación sobre las personas, animales, plantas y sus entornos, señalando alternativas para prevenirla o reducirla, así como ejemplos de derroche de recursos como el agua con exposición de actitudes conservacionistas.	El alumno debe mostrar un conocimiento práctico de la utilización humana de los recursos naturales de la Tierra, poder identificar algunos elementos físicos utilizados en la vida cotidiana y la necesidad de conservarlos, especialmente el agua. Han de poder explicar, oralmente y por escrito, cómo los cambios en el medio ambiente, tanto los producidos por procesos naturales como por la actividad humana, pueden afectar a componentes vivos e inertes y cambiar el equilibrio. De la misma manera se valorará si conocen los efectos de algunos tipos comunes de contaminación y cómo las personas los pueden prevenir o reducir. Se apreciará si son conscientes de que la actividad humana puede afectar al medio ambiente positiva o negativamente, dando ejemplos de ello y con enfocada atención al uso del agua.
Caracterizar los principales paisajes españoles, analizar algunos agentes físicos y humanos que los conforman y hacer ejemplos del impacto de las actividades humanas en el territorio y la importancia de su conservación.	El alumno debe conocer los principales paisajes característicos de los diferentes territorios españoles, deben tener la capacidad para establecer comparaciones (semejanzas y diferencias) entre paisajes, distinguir los elementos fundamentales, conocer los principales tipos de asentamiento humano en las regiones españolas y comprender la importancia de la intervención humana en la modificación o conservación de los paisajes naturales.
Identificar y localizar los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano, estableciendo algunas relaciones fundamentales entre ellos y determinados hábitos de salud.	El alumno debe tener una visión completa del funcionamiento del cuerpo humano en cuanto a células, tejidos, órganos, aparatos, sistemas; su localización, forma, estructura, funciones, cuidados, etc. Del mismo modo se valorará si relacionan determinadas prácticas de vida con el adecuado funcionamiento del cuerpo. No se trata solo de evaluar si los estudiantes adoptan estilos de vida saludable, sino de valorar si saben las repercusiones que tiene para su salud el modo de vida que llevan, tanto en la escuela como fuera de ella.
Analizar algunos cambios que las comunicaciones y la introducción de nuevas actividades económicas relacionadas con la producción de bienes y servicios, han supuesto para la vida humana y para el entorno, valorando la necesidad de superar las desigualdades provocadas por las diferencias en el acceso a bienes y servicios.	El alumno debe demostrar capacidad para analizar los cambios que las comunicaciones y los transportes han provocado en las actividades personales, económicas y sociales. Se deberán reconocer los cambios que sobre el entorno y la vida de las personas han introducido las nuevas actividades económicas, las diferencias que aún persisten en las formas de vida entre un medio rural y otro urbano y entre la diversidad de países y la necesidad de superar las desigualdades que el acceso a bienes y servicios origina.



Conocer los principales órganos de gobierno y las funciones del Municipio, de las Comunidades Autónomas, del Estado Español y de la Unión Europea, valorando el interés de la gestión de los servicios públicos para la ciudadanía y la importancia de la participación democrática.	• El alumno debe demostrar los conocimientos que poseen acerca de los órganos de gobierno de las distintas instancias administrativas públicas y el grado de comprensión que tienen sobre la importancia de la calidad de la gestión de los servicios públicos para la vida de las personas, poniendo ejemplos concretos.
Realizar, interpretar y utilizar planos y mapas teniendo en cuenta los signos convencionales y la escala gráfica.	• El alumno debe realizar e interpretar representaciones gráficas del espacio. Se deberá evaluar la capacidad para obtener información proporcionada por la representación espacial (fotografía aérea, plano, mapa) a partir de la interpretación de detalles y la capacidad para dar una explicación global de la finalidad y posibilidades de uso de las representaciones del espacio con las que se trabaja. Se tendrá en cuenta la capacidad para explicar a los demás, oralmente y por escrito, las observaciones e interpretaciones del trabajo con planos y mapas.
Identificar rasgos significativos de los modos de vida de la sociedad española en algunas épocas pasadas (prehistórica, clásica, medieval, de los descubrimientos, del desarrollo industrial y siglo XX) y situar hechos relevantes utilizando líneas del tiempo.	• El alumno debe reconocer determinados restos, usos, costumbres, actividades, herramientas, como indicadores de formas de vida características de determinadas épocas históricas concretas. Se tendrán en cuenta las relaciones que se dan entre algunos hechos y su aparición en el tiempo, es decir, el uso que se hace de los conceptos temporales de simultaneidad y sucesión, situándolos antes o después de una época histórica concreta. Dicha evaluación deberá realizarse sobre los períodos históricos citados teniendo en cuenta que la delimitación de las etapas de la humanidad son el resultado de una convención historiográfica y que, si bien algunas pueden empezar a ser conceptualizadas desde edades tempranas, los criterios que delimitan otras, necesariamente las más próximas en el tiempo, resultan de difícil acceso para el alumnado de primaria.
Planificar y realizar sencillas investigaciones para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la luz, electricidad, magnetismo, calor o sonido y saber comunicar los resultados.	• El alumno debe tener aptitud para realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos y químicos de la materia: planteamiento de problemas, enunciación de hipótesis, selección del material necesario, montaje, realización, extracción de conclusiones, comunicación de resultados, mostrando competencia en cada una de ellas y en la vertebración de las partes, así como en el conocimiento de las leyes básicas que rigen estos fenómenos.

Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla con la habilidad manual necesaria, combinando el trabajo individual y en equipo.	• El alumno debe estar en capacidad para planificar y realizar proyectos de construcción de algún objeto o aparato. Se evaluará el conocimiento sobre las diferentes fuentes energéticas así como la capacidad para seleccionar una de ellas por su idoneidad para el funcionamiento de un aparato. Se valorará también el conocimiento de los distintos operadores (rueda, freno, interruptor, biela, engranaje, muelle, polea, etc.) y su actitud cooperativa e igualitaria en el trabajo en equipo, apreciando el cuidado por la seguridad propia y la de los demás.
Presentar un informe, utilizando soporte papel y digital, sobre problemas o situaciones sencillas, recogiendo información de diferentes fuentes (directas, libros, Internet), siguiendo un plan de trabajo y expresando conclusiones.	• El alumno debe demostrar capacidad para buscar, seleccionar y organizar información concreta y relevante, analizarla, sacar conclusiones, comunicar su experiencia, reflexionar acerca del proceso seguido, comunicarlo oralmente y por escrito. Será también objeto de evaluación la consulta y utilización de documentos escritos, imágenes, gráficos y tablas estadísticas. Se atenderá especialmente a la presentación ordenada, clara y limpia, en soporte papel y digital.

Fuente: elaboración teniendo en cuenta el Real Decreto 1513 del 7 de diciembre de 2006

Durante el primer ciclo de primaria, que corresponde a dos grados o años, los alumnos deben demostrar capacidad para observar, describir elementos del medio físico y valorar la importancia de la protección del medio; conocer la importancia de las profesiones, identificar las normas básicas de seguridad; identificar las propiedades físicas de la materia; haber desarrollado habilidades para desmontar máquinas y objetos simples y frente a una observación plantearse interrogantes para obtener información relevante.

En el segundo ciclo a los alumnos les corresponde apreciar el equilibrio ecológico, reconocer la importancia del buen uso del agua, examinar las especies conforme a claves o pautas sencillas; deben identificar las consecuencias que tiene para la salud la ingesta de golosinas, el exceso de peso en sus espaldas, ver televisión, entre otros; comprender el uso de los servicios públicos y su importancia, identificar fuentes de energía, desentrañar el calor como transferencia de energía; explicar las partes de una máquina y estar en capacidad de establecer conjeturas. Durante el ciclo deben adquirir competencias de comunicación oral y escrita e interpretación de gráficos, tablas y datos estadísticos.



En el tercer ciclo de enseñanza primaria se espera que los alumnos conozcan sobre la utilización de los recursos naturales; explicar oralmente y por escrito los cambios en el medio ambiente e identificar los tipos de contaminación y cómo las personas podemos prevenir este fenómeno. Los alumnos de tercer ciclo de primaria deben estar en condiciones de identificar los paisajes de su entorno; tener una visión completa del funcionamiento del cuerpo; analizar los cambios producidos por las comunicaciones y los medios de transportes; establecer diferencias entre el medio rural y urbano; demostrar conocimiento acerca de los órganos de gobierno; exhibir capacidad para obtener información relevante; mostrar aptitudes para efectuar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones; planificar proyectos para la construcción de algún objeto o aparato; manifestar experticia para buscar, seleccionar, organizar información concreta y el uso de escritos, imágenes, gráficos y tablas estadísticas.

Enseñanza Secundaria Obligatoria

De acuerdo con el Real Decreto 1631 del 29 de diciembre de 2006, los resultados de la evaluación se expresarán mediante calificaciones numéricas de cero a diez sin decimales, considerándose negativas las calificaciones inferiores a cinco. La nota media será la media aritmética de las calificaciones de todas las materias, redondeada a la centésima más próxima y en caso de equidistancia a la superior (artículo 3).

En la tabla 1.42 se describen los objetivos y logros esperados en los cuatro cursos que constituyen la Enseñanza Secundaria Obligatoria.

Tabla 1.42. *Evaluación en la Enseñanza Secundaria Obligatoria, área de ciencias*

Primer curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria	
Interpretar algunos fenómenos naturales mediante la elaboración de modelos sencillos y representaciones a escala del Sistema Solar y los movimientos relativos entre la Luna, la Tierra y el Sol.	• El alumno debe ser capaz de justificar razonadamente algunos fenómenos naturales, como la duración de los años, el día y la noche, los eclipses, las fases de la Luna, las mareas o las estaciones a través de la interpretación de los movimientos relativos de la Tierra en el Sistema Solar. Se valorará la capacidad de interpretar modelos gráficos sencillos (como el planetario o las representaciones esquemáticas a escala) que expliquen los fenómenos descritos.
Describir razonadamente algunas de las observaciones y procedimientos científicos que han permitido avanzar en el conocimiento de nuestro planeta y del lugar que ocupa en el Universo.	• Se evalúa si el alumno comprende los principales argumentos que justifican el desarrollo de las teorías astronómicas y su evolución histórica; la esfericidad de la Tierra y los movimientos terrestres, sistemas geocéntricos frente a sistemas heliocéntricos, entre otros, haciendo hincapié en las repercusiones sociales de las mismas (influencia de la religión en la historia de la ciencia, astrología y conjeturas pseudo-científicas).

Establecer procedimientos para describir las propiedades de materiales que nos rodean, tales como la masa, el volumen, los estados en los que se presentan y sus cambios.	• El alumno debe ser capaz de interpretar cuantitativa y cualitativamente algunas propiedades de la materia utilizando experiencias sencillas que le permitan investigar sus características e identificar los cambios de estado que experimenta, a la vez que se valora el manejo del instrumental científico y las habilidades adquiridas en la interpretación y representación de los datos obtenidos y muy en particular de los gases, por su contribución al establecimiento de la estructura corpuscular de la materia, utilizando experiencias sencillas que le permitan comprender que tienen masa, ocupan volumen, se comprimen, se dilatan y se difunden.
Relacionar propiedades de los materiales con el uso que se hace de ellos y diferenciar entre mezclas y sustancias, gracias a las propiedades características de estas últimas, así como aplicar algunas técnicas de separación.	• El alumno relaciona el uso de los materiales en la construcción de objetos con sus propiedades y es capaz de diferenciar las mezclas de las sustancias por la posibilidad de separar aquellas por procesos físicos como la filtración, decantación, cristalización, etc., aprovechando las propiedades que diferencian a cada sustancia de las demás.
Conocer la existencia de la atmósfera y las propiedades del aire, llegar a interpretar cualitativamente fenómenos atmosféricos y valorar la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos, considerando las repercusiones de la actividad humana en la misma.	• El alumno debe ser capaz de obtener y analizar datos de distintas variables meteorológicas utilizando instrumentos de medición que le permitan familiarizarse con estos conceptos hasta llegar a interpretar algunos fenómenos meteorológicos sencillos. Se valorará también el conocimiento de los graves problemas de contaminación ambiental actuales y sus repercusiones, así como su actitud positiva frente a la necesidad de contribuir a su solución.
Explicar, a partir del conocimiento de las propiedades del agua, el ciclo de este elemento en la naturaleza y su importancia para los seres vivos, considerando las repercusiones de las actividades humanas en relación con su utilización.	• El alumno es capaz de interpretar y elaborar esquemas sobre el ciclo del agua y valorar su importancia teniendo en cuenta los problemas que las actividades humanas han generado en cuanto a la gestión de los recursos de agua dulce y a su contaminación. De este modo se valorará también la actitud positiva frente a la necesidad de una gestión sostenible del agua, haciendo hincapié en las actuaciones personales que potencien la reducción en el consumo y su reutilización.
Conocer las rocas y los minerales más frecuentes, en especial los que se encuentran en el entorno próximo, utilizando claves sencillas y reconociendo sus aplicaciones más frecuentes.	• El alumnado distinguirá los diferentes tipos de rocas: magmáticas, metamórficas y sedimentarias y los minerales más comunes a partir de sus propiedades características como la homogeneidad, aspecto, densidad y reacciones ante determinados reactivos en el caso de las rocas y el brillo, dureza o densidad en los minerales. Se hará énfasis en las rocas que se encuentran en el entorno más cercano, identificando sus aplicaciones más frecuentes.



Reconocer que los seres vivos están constituidos por células y que llevan a cabo funciones vitales que les diferencian de la materia inerte. Identificar y reconocer las peculiaridades de los grupos más importantes, utilizando claves dicotómicas para su identificación.	El alumno debe ser capaz de reconocer y describir las características de estructura, organización y función de los seres vivos a partir de muestras, fotografías, dibujos u otros medios; deben adquirir los criterios que permiten clasificar los seres vivos utilizando claves sencillas y técnicas de observación, como el uso de la lupa binocular y el microscopio, para identificar células de organismos unicelulares y pluricelulares y los rasgos más relevantes de un ser vivo que explican su pertenencia a un grupo taxonómico determinado.
Segundo curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria	
Utilizar el concepto cualitativo de energía para explicar su papel en las transformaciones que tienen lugar en nuestro entorno y reconocer la importancia y repercusiones para la sociedad y el medio ambiente de las diferentes fuentes de energías renovables y no renovables.	El alumno debe relacionar el concepto de energía con la capacidad de realizar cambios, conocer diferentes formas y fuentes de energía, renovables y no renovables, sus ventajas e inconvenientes y algunos de los principales problemas asociados a su obtención, transporte y utilización. Se valorará si el alumnado comprende la importancia del ahorro energético y el uso de energías limpias para contribuir a un futuro sostenible.
Resolver problemas aplicando los conocimientos sobre el concepto de temperatura y su medida, el equilibrio y desequilibrio térmico, los efectos del calor sobre los cuerpos y su forma de propagación.	El alumno deberá comprender la importancia del calor y sus aplicaciones, la distinción entre calor y temperatura en el estudio de los fenómenos térmicos, deberá estar en capacidad de realizar experiencias sencillas relacionadas con los mismos. Se valorará si sabe utilizar termómetros y conoce su fundamento, identifica el equilibrio térmico con la igualación de temperaturas, comprende la transmisión del calor asociada al desequilibrio térmico y sabe aplicar estos conocimientos a la resolución de problemas sencillos y de interés, como el aislamiento térmico de una zona.
Explicar fenómenos naturales referidos a la transmisión de la luz y del sonido y reproducir algunos de ellos teniendo en cuenta sus propiedades.	El alumnado será capaz de utilizar sus conocimientos acerca de propiedades de la luz, sonido, reflexión y refracción con el fin de explicar fenómenos naturales, aplicarlos al utilizar espejos o lentes, justificar el fundamento físico de aparatos ópticos sencillos y diseñar o montar algunos de ellos como la cámara oscura. Se valorará, igualmente, si comprende las repercusiones de la contaminación acústica y lumínica y la necesidad de su solución.
Identificar las acciones de los agentes geológicos internos en el origen del relieve terrestre, así como en el proceso de formación de las rocas magmáticas y metamórficas.	El alumno debe tener una concepción dinámica de la naturaleza y ser capaz de reconocer e interpretar en el campo o en imágenes algunas manifestaciones de la dinámica interna en el relieve, como la presencia de pliegues, fallas, cordilleras y volcanes. Se pretende también evaluar si el alumno entiende las transformaciones que pueden existir entre los distintos tipos de rocas endógenas en función de las características del ambiente geológico en el que se encuentran.

Reconocer y valorar los riesgos asociados a los procesos geológicos internos y en su prevención y predicción.	El alumno será capaz de reconocer e interpretar adecuadamente los principales riesgos geológicos internos y su repercusión, utilizando noticias de prensa, mapas y otros canales de información.
Interpretar los aspectos relacionados con las funciones vitales de los seres vivos a partir de distintas observaciones y experiencias realizadas con organismos sencillos, comprobando el efecto que tienen determinadas variables en los procesos de nutrición, relación y reproducción.	El alumnado debe conocer las funciones vitales de los seres vivos, las diferencias entre la nutrición de seres autótrofos y heterótrofos, las características y los tipos de reproducción y los elementos fundamentales que intervienen en la función de relación. Se trata también de evaluar si es capaz de realizar experiencias sencillas (tropismos, fotosíntesis, fermentaciones) para comprobar la incidencia que tienen en estas funciones variables como la luz, oxígeno, clorofila, alimento, temperatura, etc.
Identificar los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema cercano, valorar su diversidad y representar gráficamente las relaciones tróficas establecidas entre los seres vivos del mismo; conocer las principales características de los grandes biomas de la Tierra.	El alumno debe comprender el concepto de ecosistema y ser capaz de reconocer y analizar los elementos de un ecosistema concreto, obteniendo datos de algunos componentes abióticos (luz, humedad, temperatura, topografía, rocas, etc.) y bióticos (animales y plantas más abundantes); interpretar correctamente las relaciones y mecanismos reguladores establecidos entre ellos y valorar la diversidad del ecosistema y la importancia de su preservación.
Tercer curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria	
Determinar los rasgos distintivos del trabajo científico a través del análisis contrastado de algún problema científico o tecnológico de actualidad y su influencia sobre la calidad de vida de las personas.	Los alumnos serán capaces de buscar bibliografía referente a temas de actualidad, como la radiactividad, la conservación de las especies o la intervención humana en la reproducción; utilizar las destrezas comunicativas suficientes para elaborar informes que estructuren los resultados del trabajo. También se pretende evaluar si se tiene una imagen del trabajo científico como un proceso en continua construcción, que se apoya en los trabajos colectivos de muchos grupos, que tiene los condicionamientos de cualquier actividad humana y que por ello puede verse afectada por variables de distinto tipo.
Física y química	
Describir propiedades de la materia en sus distintos estados de agregación y utilizar el modelo cinético para interpretarlas, diferenciando la descripción macroscópica de la interpretación con modelos.	El alumno debe conocer las propiedades de los gases, llevando a cabo experiencias sencillas que las pongan de manifiesto, concibe el modelo cinético que las explica, además será capaz de utilizarlo para comprender el concepto de presión del gas, llegar a establecer las leyes de los gases e interpretar los cambios de estado. Se valorarán competencias procedimentales como la representación e interpretación de gráficas en las que se relacione la presión, volumen y temperatura.



Utilizar procedimientos que permitan saber si un material es una sustancia simple, compuesta o una mezcla y saber expresar su composición.	• El alumno debe reconocer cuando un material es una sustancia o una mezcla y, en este último caso, conocer técnicas de separación; sabe diseñar y realizar algunas de ellas en el laboratorio, clasificar las sustancias en simples y compuestas y diferenciar una mezcla de un compuesto. También debe comprobarse que entiende y expresa la composición de las mezclas y especialmente la concentración, en el caso de disoluciones, y el porcentaje en masa en la cuestión de mezclas de sólidos.
Justificar la diversidad de sustancias que existen en la naturaleza, reconocer que todas ellas están constituidas de unos pocos elementos y describir la importancia que tienen algunas de ellas para la vida.	• El alumno debe comprender la importancia que ha tenido la búsqueda de elementos en la explicación de la diversidad de materiales existentes y reconoce la desigual abundancia de elementos en la naturaleza. También deberá constatar que conoce la importancia que algunos materiales y sustancias tienen en la vida cotidiana, especialmente en la salud y en la alimentación.
Producir e interpretar fenómenos electrostáticos cotidianos, valorando las repercusiones de la electricidad en el desarrollo científico y tecnológico y en las condiciones de vida de las personas.	• El alumno debe ser capaz de realizar experiencias electrostáticas, explicarlas cualitativamente con el concepto de carga, mostrando su conocimiento de la estructura eléctrica de la materia. Se valorará también si es capaz de construir instrumentos sencillos como versorios o electros copios y es consciente de las repercusiones de los conocimientos sobre la electricidad y la necesidad del ahorro energético.
Describir los primeros modelos atómicos y justificar su evolución para poder explicar nuevos fenómenos, así como las aplicaciones que tienen algunas sustancias radiactivas y las repercusiones de su uso en los seres vivos y en el medio ambiente.	• El alumno debe comprender los primeros modelos atómicos, por qué se establecen y posteriormente evolucionan de uno a otro, por ejemplo cómo el modelo de Thomson surge para explicar la electroneutralidad habitual de la materia. También se trata de comprobar si conoce las aplicaciones de los isótopos radiactivos, principalmente en medicina, y las repercusiones que pueden tener para los seres vivos y el medio ambiente.
Describir las reacciones químicas como cambios macroscópicos de unas sustancias en otras, justificarlas desde la teoría atómica y representarlas con ecuaciones químicas. Valorar, además, la importancia de obtener nuevas sustancias y de proteger el medio ambiente.	• Los alumnos deben comprender que las reacciones químicas son procesos en los que unas sustancias se transforman en otras nuevas, que saben explicarlas con el modelo elemental de reacción y representarlas con ecuaciones. Se valorará también si conocen su importancia en la mejora y calidad de vida y las posibles repercusiones negativas, siendo conscientes de la relevancia y responsabilidad de la química para la protección del medioambiente y la salud de las personas.

Biología y geología	
Reconocer que en la salud influyen aspectos físicos, psicológicos y sociales, y valorar la importancia de los estilos de vida para prevenir enfermedades y mejorar la calidad de vida, así como las continuas aportaciones de las ciencias biomédicas.	• El alumno debe poseer un concepto actual de salud y ser capaz de establecer relaciones entre las diferentes funciones del organismo y los factores que tienen una mayor influencia en la salud, como son los estilos de vida. Además, ha de saber distinguir los distintos tipos de enfermedades: infecciosas, conductuales, genéticas, por intoxicación, etc., relacionando la causa con el efecto. Ha de entender los mecanismos de defensa corporal y la acción de vacunas, antibióticos y otras aportaciones de las ciencias biomédicas en la lucha contra la enfermedad.
Conocer los aspectos básicos de la reproducción humana y describir los acontecimientos fundamentales de la fecundación, embarazo y parto. Comprender el funcionamiento de los métodos de control de la natalidad y valorar el uso de métodos de prevención de enfermedades de transmisión sexual.	• Los alumnos deben distinguir entre el proceso de reproducción como un mecanismo de perpetuación de la especie, de la sexualidad entendida como una actividad ligada a toda la vida del ser humano y de comunicación afectiva y personal. Deben conocer, además, los rasgos generales anatómicos y de funcionamiento de los aparatos reproductores masculino y femenino y explicar a partir de ellos las bases de algunos métodos de control de la reproducción o de ciertas soluciones a problemas de infertilidad. Por último, deben saber explicar la necesidad de tomar medidas de higiene sexual individual y colectiva para evitar enfermedades de transmisión sexual.
Explicar los procesos fundamentales que sufre un alimento a lo largo de todo el transcurso de la nutrición, utilizando esquemas y representaciones gráficas para ilustrar cada etapa; justificar la necesidad de adquirir hábitos alimentarios saludables y evitar las conductas alimentarias insanas.	• Los alumnos deben conocer las funciones de cada uno de los aparatos y órganos implicados en las funciones de nutrición (digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor), las relaciones entre ellos, sus principales alteraciones y la necesidad de adoptar determinados hábitos de higiene. Asimismo, se ha de valorar si han desarrollado actitudes solidarias ante situaciones como la donación de sangre o de órganos y si relacionan las funciones de nutrición con la adopción de determinados hábitos alimentarios saludables para prevenir enfermedades como la obesidad, diabetes o enfermedades cardiovasculares y si han desarrollado una actitud crítica ante ciertos hábitos consumistas poco saludables.
Conocer los órganos de los sentidos y explicar la misión integradora de los sistemas nervioso y endocrino, localizar los principales huesos y músculos del aparato locomotor. Relacionar las alteraciones más frecuentes con los órganos y procesos implicados en cada caso. Identificar los factores sociales que repercuten negativamente en la salud, como el estrés y el consumo de sustancias adictivas.	• Los estudiantes deben saber cómo se coordina el sistema nervioso y endocrino y aplicar este conocimiento a problemas sencillos que puedan ser analizados utilizando bucles de retroalimentación, diagramas de flujo u otros modelos similares. De la misma manera han de caracterizar las principales enfermedades, valorar la importancia de adoptar hábitos de salud mental e identificar los efectos perjudiciales de determinadas conductas como el consumo de drogas, estrés, falta de relaciones interpersonales sanas, presión de los medios de comunicación, etc.



Recopilar información procedente de diversas fuentes documentales acerca de la influencia de las actuaciones humanas sobre los ecosistemas: efectos de la contaminación, desertización, disminución de la capa de ozono, agotamiento de recursos y extinción de especies. Analizar dicha información y argumentar posibles actuaciones para evitar el deterioro del medio ambiente y promover una gestión más racional de los recursos naturales.	• Los alumnos deben saber explicar algunas alteraciones concretas producidas por los seres humanos en la naturaleza mediante la utilización de técnicas sencillas (indicadores biológicos, pruebas químicas sencillas) o la recogida de datos en publicaciones para estudiar problemas como el avance de la desertización, lluvia ácida, aumento del efecto invernadero, disminución de los acuíferos, etc. Por último, deben valorar el medio ambiente como un patrimonio de la humanidad y argumentar las razones de ciertas actuaciones individuales y colectivas para evitar su deterioro.
Identificar las acciones de los agentes geológicos externos en el origen y modelado del relieve terrestre y en el proceso de formación de las rocas sedimentarias.	• El alumno debe tener una concepción dinámica de la naturaleza y la capacidad de reconocer e interpretar en el campo o en imágenes la acción de los agentes geológicos externos más importantes. Se pretende también evaluar si los estudiantes explican los distintos tipos de modelado del relieve terrestre producido por los agentes geológicos externos, así como la influencia de factores como el clima, el tipo de roca, su estructura, etc. Debe identificar en el paisaje las diferentes influencias que se manifiestan, geológicas, de los seres vivos y derivadas de la actividad humana.
Cuarto curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria	
Física y química	
Reconocer las magnitudes necesarias para describir los movimientos, aplicar estos conocimientos a la vida cotidiana y valorar la importancia de su estudio en el surgimiento de la ciencia moderna.	• El alumno debe saber plantear y resolver cualitativamente problemas de interés en relación con el movimiento que lleva un móvil (uniforme o variado) y determinar las magnitudes características para describirlo. Igualmente se valorará si comprende el concepto de aceleración. Se valora también si sabe interpretar expresiones como distancia de seguridad o velocidad media y si comprende la importancia de la cinemática por su contribución al nacimiento de la ciencia moderna.
Identificar el papel de las fuerzas como causa de los cambios de movimiento y reconocer las principales fuerzas presentes en la vida cotidiana.	• El alumno debe comprender que la idea de fuerza, como interacción y causa de las aceleraciones de los cuerpos, cuestiona las evidencias del sentido común acerca de la supuesta asociación fuerza-movimiento; si sabe identificar fuerzas que actúan en situaciones cotidianas y el tipo de fuerza gravitatoria, eléctrica, elástica o las ejercidas por los fluidos; valorar si el estudiante reconoce cómo se han utilizado las características de los fluidos en el desarrollo de tecnologías útiles a nuestra sociedad, como el barómetro, barcos, etc.

Utilizar la ley de la gravitación universal para justificar la atracción entre cualquier objeto que compone el Universo y para explicar la fuerza peso y los satélites artificiales.	• El alumno debe comprender que el establecimiento del carácter universal de la gravitación supuso la ruptura de la barrera cielos Tierra, dando paso a una visión unitaria del Universo. Se evaluará que comprende la forma en que dicha ley permite explicar el peso de los cuerpos y el movimiento de planetas y satélites en el Sistema Solar.
Aplicar el principio de conservación de la energía a la comprensión de las transformaciones energéticas de la vida diaria, reconocer el trabajo y el calor como formas de transferencia de energía y analizar los problemas asociados a la obtención y uso de las diferentes fuentes de energía empleadas para producirlos.	• Los alumnos deben tener una concepción significativa de los conceptos de trabajo y energía y sus relaciones, siendo capaz de comprender las formas de energía (en particular, cinética y potencial gravitatoria) y aplicar la ley de conservación de la energía en algunos ejemplos sencillos. Se valorará también si es consciente de los problemas globales del planeta en torno a la obtención y uso de las fuentes de energía y las medidas que se requiere adoptar en los diferentes ámbitos para avanzar hacia la sostenibilidad.
Identificar las características de los elementos químicos más representativos de la tabla periódica, predecir su comportamiento químico al unirse con otros elementos y las propiedades de las sustancias simples y compuestas formadas.	• El alumno debe ser capaz de distribuir los electrones de los átomos en capas, justificando la estructura de la tabla periódica y aplicar la regla del octeto para explicar los modelos de enlace iónico, covalente y metálico. Entretanto debe comprobarse que es capaz de explicar cualitativamente con estos modelos la clasificación de las sustancias según sus principales propiedades físicas: temperaturas de fusión y ebullición, conductividad eléctrica y solubilidad en agua.
Justificar la gran cantidad de compuestos orgánicos existentes y la formación de macromoléculas y su importancia en los seres vivos.	• Los estudiantes deben comprender las enormes posibilidades de combinación que presenta el átomo de carbono siendo capaces de escribir fórmulas desarrolladas de compuestos sencillos. Del mismo modo deberá comprobarse que comprenden la formación de macromoléculas, su papel en la constitución de los seres vivos y el logro que supuso la síntesis de los primeros compuestos orgánicos frente al vitalismo en la primera mitad del siglo XIX.
Reconocer las aplicaciones energéticas derivadas de las reacciones de combustión de hidrocarburos y valorar su influencia en el incremento del efecto invernadero.	• El alumnado debe reconocer al petróleo y gas natural como combustibles fósiles que, junto al carbón, constituyen las fuentes energéticas más utilizadas actualmente. También se valorará si son conscientes de su agotamiento, de los problemas que sobre el medio ambiente ocasiona su combustión y la necesidad de tomar medidas para evitarlos.



Analizar los problemas y desafíos, estrechamente relacionados, con los que se enfrenta la humanidad en relación con la situación de la Tierra, reconocer la responsabilidad de la ciencia y la tecnología y la necesidad de su implicación para resolverlos y avanzar hacia el logro de un futuro sostenible.	• Los alumnos deben ser conscientes de la situación de auténtica emergencia planetaria, caracterizada por toda una serie de problemas vinculados: contaminación sin fronteras, agotamiento de recursos, pérdida de biodiversidad y diversidad cultural, hiperconsumo, etc., y si comprende la responsabilidad del desarrollo tecnocientífico y su necesaria contribución a las posibles soluciones teniendo siempre presente el principio de precaución. Se valorará si es consciente de la importancia de la educación científica para su participación en la toma fundamentada de decisiones.
Biología y geología	
Identificar y describir hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante y registrar algunos de los cambios más notables de su larga historia utilizando modelos temporales a escala.	• El alumno estará en capacidad de reconocer la magnitud del tiempo geológico mediante la identificación de los acontecimientos fundamentales de la historia de la Tierra en una tabla cronológica y, especialmente, a través de la identificación y ubicación de los fósiles más representativos de las principales eras geológicas y de otros registros geológicos como la datación estratigráfica, tipos de rocas, cordilleras y procesos orogénicos o transgresiones y regresiones marinas.
Utilizar el modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra y la teoría de la tectónica de placas para estudiar los fenómenos geológicos asociados al movimiento de la litosfera y relacionarlos con su ubicación en mapas terrestres.	• El alumno estará en capacidad para aplicar el modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra y la teoría de la tectónica de placas en la explicación de fenómenos aparentemente no relacionados entre sí, como la formación de cordilleras, expansión del fondo oceánico, coincidencia geográfica de terremotos y volcanes en muchos lugares de la Tierra, coincidencias geológicas y paleontológicas en territorios actualmente separados por grandes océanos, etc. También se debe comprobar si es capaz de asociar la distribución de seísmos y volcanes a los límites de las placas litosféricas en mapas de escala adecuada y relacionar todos estos procesos.
Aplicar los postulados de la teoría celular al estudio de distintos tipos de seres vivos e identificar las estructuras características de la célula procariótica, eucariótica vegetal y animal; relacionar cada uno de los elementos celulares con su función biológica.	• El alumno deberá reconocer, empleando las técnicas adecuadas, la existencia de células en distintos organismos. Se trata de evaluar si es capaz de identificar las estructuras celulares en dibujos y microfotografías, señalando la función de cada una de ellas. También debe entender la necesidad de coordinación de las células que componen los organismos pluricelulares.

Reconocer las características del ciclo celular y describir la reproducción celular, señalando las diferencias principales entre meiosis y mitosis, así como el significado biológico de ambas.	• El alumno debe reconocer la mitosis como un tipo de división celular asexual necesaria en la reproducción de los organismos unicelulares y que asegura el crecimiento y reparación del cuerpo en los organismos pluricelulares. Debe explicar el papel de los gametos y de la meiosis en la reproducción sexual. Se trata de comparar ambos tipos de división celular respecto al tipo de células que la sufren, a su mecanismo de acción, resultados obtenidos e importancia biológica de ambos procesos. Se puede considerar la utilización e interpretación de dibujos esquemáticos, modelos de ciclos celulares o fotografías de cariotipos.
Resolver problemas prácticos de genética en diversos tipos de cruzamientos utilizando las leyes de Mendel y aplicar los conocimientos adquiridos en investigar la transmisión de determinados caracteres en nuestra especie.	• El alumno debe explicar que el almacenamiento de la información genética reside en los cromosomas, interpretar mediante la teoría cromosómica de la herencia las excepciones a las leyes de Mendel y conocer el concepto molecular de gen, la existencia de mutaciones y sus implicaciones en la evolución y diversidad de los seres vivos. Se debe valorar además si utiliza sus conocimientos para crearse un criterio propio acerca de las repercusiones sanitarias y sociales de los avances en el conocimiento del genoma y analizar, desde una perspectiva social, científica y ética, las ventajas e inconvenientes de la moderna biotecnología (terapia génica, alimentos transgénicos, etc.).
Exponer razonadamente los problemas que condujeron a enunciar la teoría de la evolución, los principios básicos y controversias científicas, sociales y religiosas que suscitó.	• El alumno debe conocer las controversias entre fijismo, evolucionismo y distintas teorías evolucionistas como las de Lamarck y Darwin y las teorías evolucionistas actuales más aceptadas. Se trata de valorar si saben interpretar, a la luz de la teoría de la evolución de los seres vivos, el registro paleontológico, anatomía comparada, semejanzas y diferencias genéticas, embriológicas y bioquímicas, distribución biogeográfica, etc.
Relacionar la evolución y distribución de los seres vivos, destacando sus adaptaciones más importantes con los mecanismos de selección natural que actúan sobre la variabilidad genética de cada especie.	• El alumno debe saber interpretar, a la luz de la teoría de la evolución, los datos más relevantes del registro paleontológico, la anatomía comparada, semejanzas y diferencias genéticas, embriológicas y bioquímicas, la distribución biogeográfica y otros aspectos relacionados con la evolución de los seres vivos.



Explicar cómo se produce la transferencia de materia y energía a largo de una cadena o red trófica concreta y deducir las consecuencias prácticas en la gestión sostenible de algunos recursos por parte del ser humano.	• El alumno debe ser capaz de relacionar las pérdidas energéticas producidas en cada nivel con el aprovechamiento de los recursos alimentarios del planeta desde un punto de vista sustentable (consumo de alimentos pertenecientes a los últimos niveles tróficos) y las repercusiones de las actividades humanas en el mantenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas (desaparición de depredadores, sobreexplotación pesquera, especies introducidas, etc.).

Fuente: elaboración teniendo en cuenta el Real Decreto 1631 de 29 de diciembre de 2006.

En la evaluación planteada para el primer curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria, los alumnos deben estar en capacidad de implementar modelos del Sistema Solar, dar cuenta de las teorías astronómicas a través de la argumentación, reconocer de manera cuantitativa y cualitativa las propiedades de la materia y efectuar una atención especial al estado gaseoso. Los alumnos conviene a demostrar el conocimiento sobre las rocas, sus características y la aplicación más frecuente, uso del microscopio y reconocimiento de los seres vivos unicelulares y pluricelulares, métodos de separación de mezclas, variables meteorológicas e instrumentos de medida empleados para su determinación; el ciclo del agua, su tratamiento y uso adecuado.

Para el segundo curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria se espera que los alumnos identifiquen diferentes formas y fuentes de energías renovables y no renovables, valorar la importancia del ahorro energético para el futuro sostenible y la aplicación de los conceptos de energía y calor para la solución de problemas sencillos. Se evalúa la comprensión del tema de contaminación acústica y lumínica y la necesidad de su solución. En el área de geología los alumnos requieren comprender el proceso de transformación de las rocas y la identificación de riesgos geológico; en el área de biología deben dar cuenta del conocimiento de las funciones vitales de los seres vivos y la incidencia de la luz, el oxígeno, la clorofila, entre otros.

El segundo curso finaliza con la evaluación del concepto de ecosistema y el análisis de los factores bióticos y abióticos, se resalta la importancia de valorar la diversidad y la importancia de su preservación.

Para el tercer curso se espera que conciban el trabajo científico como una actividad de construcción colectiva que requiere de una consulta adecuada de bibliografía, un trabajo colectivo con condicionamientos y variables diversas. En el área de física y química se aguarda que los alumnos identifiquen las propiedades de los gases, planteen actividades experimentales para el análisis de su comportamiento, la sepa-

ración de mezclas, reacciones químicas y el concepto de carga eléctrica. Se valora la comprensión de los modelos atómicos y las aplicaciones de los isótopos radioactivos en medicina y sus repercusiones en los seres vivos y el medio ambiente. En el área de biología y geología se visualiza la expectativa de una concepción dinámica de la naturaleza y el medio ambiente como patrimonio de la humanidad; hacer uso de los modelos para explicar el relieve, paisaje y otras estructuras. Expresar la comprensión adquirida alrededor de la prevención de las enfermedades, higiene sexual y hábitos alimentarios saludables; dar cuenta del conocimiento de la recolección adecuada de datos e información que permita estudiar problemas actuales como la desertización, lluvia ácida, efecto invernadero, entre otras problemáticas ambientales.

En el cuarto año para las áreas de física y química los alumnos requieren plantear y resolver cualitativamente problemas de interés con el movimiento uniforme y variado, comprender la idea de fuerza, movimiento y el carácter universal de la gravitación; demostrar que identifican las formas de energía, principalmente la cinética, potencial y gravitatoria. Además evidenciar que han desarrollado conciencia frente a los problemas ambientales y la necesidad de avanzar en programas de sostenibilidad; contar con la capacidad de distribuir electrones en las capas de los átomos y justificar la estructura de la tabla periódica; explicar cualitativamente los modelos de enlace covalente, iónico y metálico; comprender la formación de macromoléculas orgánicas; identificar fuentes energéticas como el carbón, petróleo, gas natural y combustibles fósiles; presentar conciencia de los problemas vinculados a la contaminación, agotamiento de los recursos, pérdida de biodiversidad, hiperconsumo, entre otros y que la educación científica es importante para la toma fundamentada de decisiones.

Para las áreas de biología y geología en el curso cuarto de la Enseñanza Secundaria Obligatoria la valoración se dirige a la demostración por parte de los alumnos de la capacidad de reconocer los recursos que le permiten registrar la magnitud del tiempo geológico; capacidad para aplicar el modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra; identificar la célula en organismos pluricelulares y la importancia de su coordinación; analizar el almacenamiento de la información genética; dilucidar a la luz de las teorías de la evolución la distribución biogeográfica y equiparar los recursos necesarios para el mantenimiento de la biodiversidad y sostenibilidad de las especies a través del aprovechamiento de los recursos.

Pruebas masivas internacionales o pruebas a gran escala

Los proyectos más conocidos sobre pruebas masivas son el Programme for International Student Assessment (PISA) y Third International Mathematics and Science Study (TIMSS); sus aspectos generales se describen en la tabla 1.43.

**Tabla 1.43.** Comparación de los aspectos generales TIMSS y PISA

Aspecto	Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS)	Rendimiento a nivel internacional de los estudiantes en PISA
Enfoque de la evaluación.	Evalúa y compara lo que los estudiantes saben.	Evalúa y compara lo que los estudiantes pueden hacer con lo que saben.
Para qué se hace la evaluación.	Valorar la relación entre el currículo prescrito, el currículo aplicado y el currículo logrado en términos de los aprendizajes de los estudiantes.	Determinar en qué medida los estudiantes de 15 años, independientemente del grado que estén cursando, han adquirido los conocimientos y competencias esenciales para afrontar los retos de la vida adulta.
A quiénes se evalúa.	Estudiantes de cuarto y octavo grado.	Estudiantes de 15 años de edad.
Frecuencia de la evaluación.	Cada cuatro años, a partir de 1995.	Cada tres años, a partir de 2000.
Información sobre el sistema educativo.	Análisis de los currículos de matemáticas y ciencias de los países participantes: alcances, contenidos, organización, seguimiento y evaluación de su aplicación.	Se establece, con asesoría de expertos, elementos que permiten comprender si los estudiantes pueden aplicar lo que han aprendido y hasta qué punto pueden explorar sus conocimientos en diferentes contextos.
Entidades responsables del estudio.	Asociación Internacional para la Evaluación del Logro Educativo (IEA), con el apoyo del Boston College (diseño e implementación del estudio), Statistics Canada (muestreo), y la Educational Testing Service (ETS), que se encarga del manejo psicométrico.	Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE).
Participantes en el estudio.	Países de cinco continentes que se inscriben al estudio, entidades subnacionales (provincias, estados, distritos o ciudades).	Países miembros de la OCDE más las naciones que se vinculan a este estudio.

Fuente: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes), (s.f.).

Durante los últimos años se han incrementado las aplicaciones de proyectos nacionales e internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias y otras asignaturas, como lo mencionó Acevedo (2005, p. 282) esto se debe a que:

probablemente, como consecuencia de la globalización y mundialización como factores sociales emergentes, en las últimas décadas se han desarrollado fenómenos frente a los cuales los sistemas educativos se deben enfrentar para evaluar su rendimiento. Los estudios e informes derivados de las evaluaciones transnacionales han permitido la comparación entre países y, más allá de la comprobación de los niveles de cono-

cimiento y comprensión del alumnado, se suelen usar como una medida global de la calidad de los sistemas educativos.

Para poder participar en la economía global actual los estudiantes no pueden solo aprender a memorizar y reproducir conocimientos y habilidades científicas porque estarían en riesgo de estar preparados para trabajos que están desapareciendo en los mercados laborales de muchos países, los estudiantes deben poder resolver problemas para los cuales no existan soluciones basadas en normas. Deben poder comunicar, de acuerdo con la OCDE, ideas científicas complejas de manera clara y convincente.

Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA)

Frente a la necesidad de disponer datos sobre el rendimiento escolar que fueran comparables internacionalmente, la OCDE puso en marcha en 1997 el programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, Program for International Student Assessment), con el fin de definir y materializar los objetivos educativos a través de métodos innovadores que reflejen las competencias consideradas fundamentales para la vida de los adultos.

En el año 2000 inicia el PISA, que corresponde a un modelo de evaluación comparativa, se caracteriza por ser muestral y cíclico, cada tres años se implementa; las áreas evaluadas son lectura, matemáticas y ciencias y en cada versión ha existido un énfasis específico, lo que permitirá hacer comparaciones sincrónicas y asincrónicas:

- Lectura (2000)
- Matemáticas (2003)
- Ciencias (2006)
- Lectura (2009)
- Matemáticas (2012)

En los últimos años se han incrementado las aplicaciones de proyectos nacionales e internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias y otras asignaturas, debido a que los sistemas educativos deben responder a la calidad que se reclama por parte de todos los gobiernos y sus actores, aún más cuando los resultados no corresponden a lo esperado. TIMMS es una prueba que analiza el currículo y PISA evalúa los conocimientos y destrezas adquiridas hasta los 15 años en su primera versión. No obstante el análisis continuo de la OCDE permite concluir que el éxito en la vida de un estudiante depende de un rango mucho más amplio de competencias; en la versión PISA 2003 y posteriores se aborda la competencia científica.

El Proyecto de Definición y Selección de Competencias (Deseco) de la OCDE, en el informe final de 2003, define tres amplias competencias claves para el buen funcionamiento de la sociedad:



1. Competencias para el uso de herramientas interactivas, las cuales permiten dominar los instrumentos socioculturales necesarios para interactuar con el conocimiento, el lenguaje, símbolos y números, información y conocimiento previo, así como instrumentos físicos como computadores.
2. Competencias para interactuar en grupos heterogéneos, relacionarse bien con otros, cooperar y trabajar en equipo y administrar y resolver conflictos.
3. Competencias para actuar en forma autónoma, lo que posibilita comprender el contexto en que se actúa y decide, crear y administrar planes de vida y proyectos personales, defender y afirmar los propios derechos, intereses, necesidades y límites.

El PISA 2006, se centra en el área de ciencias y por esto se toma como base para el estudio comparativo del área; PISA 2006 tiene un enfoque claramente científico, analiza los conocimientos del alumno, no de manera aislada, sino en relación con su capacidad para reflexionar sobre sus conocimientos y aplicarlos al mundo real. El estudio PISA busca información sobre los intereses y las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, y los contextos escolares de marea conjunta en un contexto internacional. (OCDE, 2008, p. 21)

Los resultados de PISA tienen gran validez y fiabilidad; las pruebas están a cargo de destacados expertos de los países participantes bajo la dirección conjunta de los gobiernos, se mueven en torno a sus intereses y repercusión en la elaboración de políticas. PISA 2006 se constituye en la primera prueba exhaustiva en ciencias y sentará las bases para el seguimiento de tendencias de aprendizaje; solo a partir de 2015 puede hacerse un estudio comparado en el área de ciencias, pues el ciclo se cumple en esa fecha y es allí donde se podrán establecer avances para los sistemas, comparando 2006-2015.

Método de la prueba PISA 2006

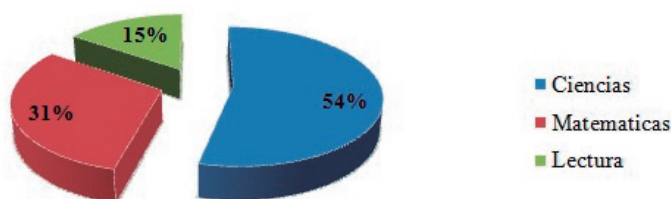
Aproximadamente 400 mil estudiantes fueron seleccionados para representar a un total de 20 millones de los 51 países actores en el estudio. Cuando un colegio ha sido seleccionado para participar en PISA se nombra un coordinador que envía la información al Centro Nacional de PISA que a su vez selecciona 35 alumnos al azar. Participan como mínimo alrededor de 150 instituciones educativas por país.

La recolección de datos se hizo a partir de:

- Una prueba de lápiz y papel para los alumnos.
- Un cuestionario de datos personales y familiares de los alumnos junto a opiniones y actitudes de los alumnos ante los estudios y el centro escolar.
- Un cuestionario para ser desarrollado por el director del centro o coordinador.

En la prueba de ciencias para la versión de 2006 se empleó la mitad del tiempo, como se describe en la figura 1.34. De los 390 minutos, 210 se utilizaron en ciencias, 120 en matemáticas y 60 en lectura; los estudiantes son puntuados según su capacidad en las distintas competencias científicas: identificación de cuestiones científicas, explicación científica de fenómenos y utilización de pruebas científicas; se preguntó a los participantes por su actitud hacia las ciencias dentro del contexto de las mismas preguntas.

Figura 1.34. Distribución de tiempo por áreas en PISA 2006



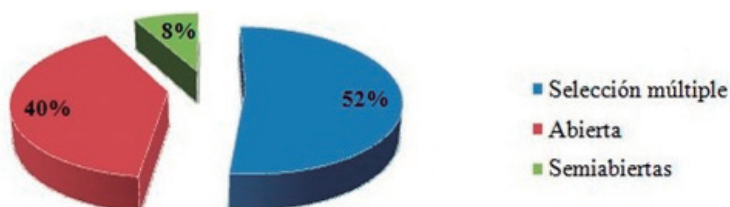
Fuente: elaboración a partir del informe PISA, 2006 (OCDE, 2008)

El objetivo era comprender mejor sus puntos de vista acerca de cuestiones científicas concretas y generalizar esos resultados para poder medir su grado de interés hacia las ciencias y conocer el valor que otorgan a la investigación científica (OCDE, 2008, p. 27).

Ámbito de la evaluación en ciencias PISA 2006

La prueba se realizó entre los meses de marzo y noviembre de 2006, se plantearon 103 preguntas de diferente naturaleza, distribuidas como se describe en la figura 1.35; se incluyeron ejercicios en formato electrónico a modo de prueba para Australia, Austria, Corea, Dinamarca, Escocia, Irlanda, Islandia, Japón, Noruega, Portugal, República Eslovaca y Taipei chino, se incluyó el uso de video, simulaciones y animaciones para poder plantear preguntas que no podrían presentarse en formato papel.

Figura 1.35. Tipo de ítem empleado en PISA 2006



Fuente: elaboración teniendo en cuenta el informe PISA 2006 (OCDE, 2008)



De acuerdo con el reporte del Icfes (2008) los cuadernillos incluyeron diferentes tipos de preguntas distribuidas en tres niveles de dificultad: alta, media y baja, facilitando el reporte de los niveles de desempeño.

La aplicación de PISA 2006 tuvo lugar entre abril y mayo en 686 centros en toda España. En junio de 2006 se codificaron los cuestionarios y se corrigieron las preguntas abiertas por equipos especializados; los datos, tras sucesivas fases de limpieza y verificación, se enviaron al consorcio internacional de PISA en Australia, donde se continuaron los procesos de verificación y, consecuentemente, se acometió la fase de escalamiento de los resultados y análisis de los datos.

Como lo señala la OCDE (2008) los primeros resultados, bajo estrictos compromisos de confidencialidad, fueron dados a conocer a los países en el verano de 2007, a fin de que pudieran ir elaborándose los informes nacionales o regionales y quedaran listos para su presentación al mismo tiempo que el informe internacional, programado para el 4 de diciembre de 2007.

Generalidades de PISA 2006-2009 en el área de ciencias

La definición de competencia científica para PISA se define en referencia a las siguientes habilidades del individuo:

- Conocimiento científico y su utilización para identificar cuestiones, adquirir conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones a partir de pruebas en problemas relacionados con las ciencias.
- Comprensión de los rasgos característicos de las ciencias como forma humana de conocimiento e investigación.
- Conciencia de cómo las ciencias y la tecnología dan forma a nuestros entornos materiales, intelectuales y culturales.
- Voluntad de involucrarse como ciudadano reflexivo en cuestiones relacionadas con las ciencias y las ideas científicas.

De acuerdo con Alonso, Gil Pérez y Martínez Torregrosa (1992), Tamir (1998) y Goñi (2005) el proyecto PISA en ciencias relaciona cuatro aspectos: los contextos en los que están insertas las tareas, las competencias que necesitan aplicar los alumnos, los campos de conocimientos implicados y las actitudes de los alumnos. Evalúa el conocimiento científico a través de tres grandes dimensiones: procesos o destrezas científicas, conceptos y contenidos; además se enfoca en los contextos científicos, superando lo que constituye un primer e importante mérito y el habitual reduccionismo conceptual de las actividades de evaluación (como se citó en Gil y Vilches, 2006).

Gil y Vilches (2006) señalan que PISA es un instrumento, hasta el momento desaprovechado, de mejora de la enseñanza, ya que la información debe ser conocida por el profesorado para generar innovaciones curriculares.

Contexto de la prueba

Habilidades cognitivas claves en ciencias:

- Razonamiento inductivo/deductivo
- Pensamiento basado en sistemas
- Toma de decisiones con sentido crítico
- Transformación de la información
- Elaboración y comunicación de argumentos y explicaciones basadas en datos, pensamiento en términos de modelos y la utilización de las ciencias.

Actitudes claves en ciencias

- Interés.
- Apoyo a la investigación científica.
- Sentido de responsabilidad.

Las competencias PISA se describen en la tabla 1.44 y la contextualización del conocimiento científico en PISA se presenta en la tabla 1.45.

Tabla 1.44. Competencias en ciencia en PISA

PISA	Rasgos esenciales
Identificar cuestiones científicas	• Reconocer cuestiones que se puedan investigar de manera científica. • Identificar palabras claves para buscar información científica. • Reconocer las características principales de una investigación científica.
Explicar fenómenos de manera científica	• Aplicar el conocimiento de las ciencias en una situación determinada. • Describir o interpretar fenómenos de manera científica y predecir cambios. • Identificar descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.
Utilizar pruebas científicas	• Interpretar pruebas científicas, extraer y comunicar conclusiones. • Identificar los supuestos, las pruebas y el razonamiento que subyace en las conclusiones. • Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los desarrollos científicos y tecnológicos.

Fuente: elaboración de acuerdo con el informe PISA 2006 (OCDE, 2008)

**Tabla 1.45.** *Concepción de conocimiento científico para PISA*

Conocimiento científico	
Conocimiento de las ciencias	Conocimiento sobre las ciencias
Lo que saben sobre el mundo natural y la tecnología: 1. Conocimiento de las distintas disciplinas científicas y del mundo natural. 2. Comprensión de conceptos y teorías científicas fundamentales.	Lo que saben sobre las ciencias propiamente dichas: 1. Forma humana de investigación. 2. Comprensión de la naturaleza de las ciencias.

Fuente: elaboración de acuerdo con el informe PISA 2006 (OCDE, 2008)

Las preguntas de ciencias en PISA se plantean a partir de situaciones relevantes del mundo real como insumo para la elaboración de los ítems, como se describe en la tabla 1.46.

Tabla 1.46. *Temáticas ítems de ciencias en PISA*

Ítems de ciencias PISA			
PISA 2000 y 2003	PISA 2005 Prueba piloto	PISA 2006	PISA 2009
• Luz-día • Clonación • El diario de Semmelweis • Ozono	• Biodiversidad • Autobuses • Cambio climático • Los clones del ternero • El maíz • Agua potable • La caries dental • Trabajo con calor • El virus de la viruela del ratón • Comportamiento del espinoso • Fumar tabaco • La luz de las estrellas • Ultrasonidos • Brillo en los labios • Evolución • El pan • El tránsito de Venus • ¿Un riesgo para la salud? • El catalizador • Cirugía con anestesia • La energía eólica	• Lluvia ácida • Protectores solares • Gran Cañón • Mary Montagu • Ropa • Efecto invernadero • Cultivos modificados genéticamente	• Lluvia ácida • Protectores solares • Gran Cañón • Mary Montagu • Ropa • Efecto invernadero • Cultivos modificados genéticamente

Fuente: elaboración de acuerdo con el informe PISA 2006 (OCDE, 2008) y Isee-Ivei (2011)

Finalmente los informes de PISA se convierten en una oportunidad para pensar en la función educativa y evaluar si la escuela tiende a enseñar para la reproducción, mientras que las pruebas TIMSS están dirigidas a la aplicación o transferencia de conocimientos a situaciones cotidianas. Gil y Vilches (2006) han venido planteando en distintos foros para el área de ciencias que los informes PISA constituyen en conjunto un instrumento potencialmente valioso para la mejora del aprendizaje, la enseñanza y los currículos.

Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias TIMSS

El primer estudio piloto conocido como “El piloto de doce. Estudio de país”, se realizó en 1960 y estaba destinado a investigar la viabilidad de las evaluaciones más extensas de los logros educativos, estudios sobre el rendimiento estudiantil en matemáticas, comprensión lectora, competencia no verbal, geografía y ciencias; contó con la participación de doce países. La Agencia Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA), cumplió 50 años en el 2008, iniciando su interés por la valoración en el año 1958 en una reunión de expertos interesados en la evaluación eficaz.

La IEA lidera el proyecto de evaluación internacional del aprendizaje escolar en matemáticas y ciencias, que se realiza cada cuatro años desde 1995. TIMSS es el acrónimo de Third International Mathematics and Science Study, en el año 2003 cambió su nombre a Tendencias Internacionales en Matemáticas y Ciencias (Trends in International Mathematics and Science Study).

España participó en el año 2007 a través de la Comunidad Autónoma del País Vasco, la aplicación de las pruebas TIMSS está destinada a estudiantes pertenecientes a cuarto de primaria, niños entre la edad de 10 años. Para los grados octavo o segundo de la ESO la prueba corresponde a niños entre los 14 años aproximadamente. La muestra fue de 2296 estudiantes, el 40% del alumnado perteneciente a entidades públicas y el 59,14 de concertadas.

En el año 2007 participaron aproximadamente 425000 estudiantes de 59 países de todos los continentes y ocho entidades subnacionales, los países latinoamericanos participantes fueron El Salvador y Colombia.

En Colombia se evaluó una muestra representativa conformada por 4801 estudiantes de cuarto grado de 142 establecimientos educativos y 4873 estudiantes de octavo pertenecientes a 148 planteles. La muestra nacional fue diseñada de tal manera que permitiera comparar información por sector (oficial-privado), zona (urbana-rural) y género (Icfes, 2010, p. 5).

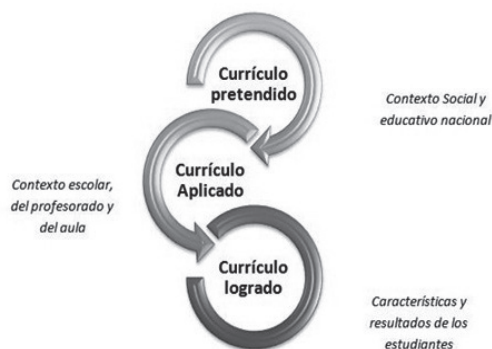
De acuerdo con el Icfes (2010) los resultados de la prueba aplicada, teniendo en cuenta los datos de distribución por sector, zona, género y grado se presentan en la tabla 1.47.

**Tabla 1.47.** Distribución porcentual de la muestra de los estudiantes colombianos

Categorías		Grados	
		Cuarto	Octavo
Sector	Oficial	83,4%	82,0%
	Privado	16,6%	18,0%
Zona	Urbana	75,1%	88,0%
	Rural	24,9%	12,0%
Género	Hombres	50,4%	49,0%
	Mujeres	49,6%	51,0%

Fuente: resultados de Colombia en TIMSS 2007. Icfes (2010)

Robitaille y Garden (1996), diseñadores del TIMSS, han establecido un modelo conceptual curricular como amplio factor explicativo que subyace al rendimiento de los estudiantes, de acuerdo a la perspectiva antes descrita en (Acevedo, 2005, p. 11). Desde este enfoque se consideran tres niveles del currículo que se describen en la figura 1.36.

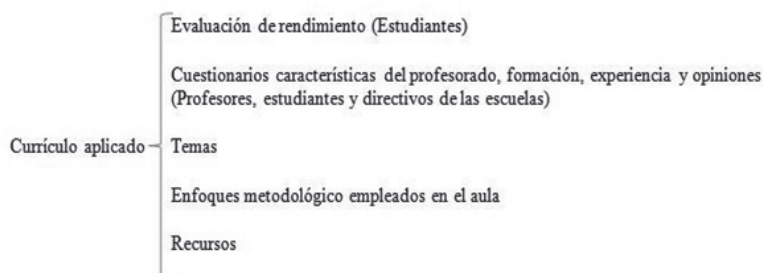
Figura 1.36. Modelo conceptual para TIMMS

Fuente: elaboración fundamentada en Acevedo (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias

Con respecto a lo anterior el currículo pretendido atiende al contexto social y educativo nacional, es la respuesta planificada a las necesidades educativas de la sociedad en general y de la comunidad educativa en particular para la enseñanza y el aprendizaje escolar; unas metas que reflejan los ideales y las tradiciones sociales y comunitarias, pero que se ven limitadas por los recursos del sistema educativo.

El currículo aplicado corresponde a lo que realmente se enseña en el aula, quién lo imparte y cómo lo hace. En el aula influyen diversos factores: el profesor, los estudiantes, el contexto, las concepciones de aprendizaje, entre otros, los cuales se describen en la figura 1.37.

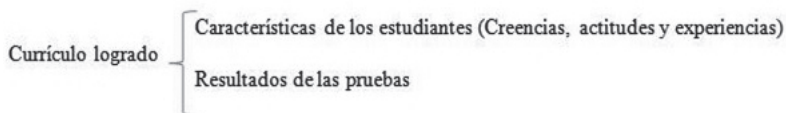
Figura 1.37. Variables currículo aplicado



Fuente: elaboración de acuerdo con los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS

El currículo logrado se refiere a los resultados que obtienen los estudiantes, lo que consiguen aprender y piensan sobre las materias estudiadas. El rendimiento de los estudiantes depende en parte del currículo aplicado y de su contexto social y educativo, este también está influenciado por las características individuales de los estudiantes, dentro de las que se destaca su capacidad para aprender, actitud, intereses, motivación y dedicación al estudio.

Figura 1.38. Variables del currículo logrado



Fuente: elaboración de acuerdo con los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS.

TIMSS utiliza pruebas de rendimiento en matemáticas y ciencias para describir el aprendizaje de los estudiantes de los países participantes, además implementa cuestionarios de contexto que proporcionan información acerca del currículo pretendido en cada país contribuyente.

Diseño de la evaluación

Los instrumentos de evaluación empleados en TIMSS son elaborados por consenso internacional con el fin de generar datos de rendimiento fiables y válidos; participan



expertos en educación, matemáticas, ciencias y evaluación. Las pruebas constan de ítems de respuesta cerradas de opción múltiple y de respuesta abierta o construida que permiten la resolución de problemas y la posibilidad de apropiar el estudio para evaluar aspectos de conocimiento y destreza para explicar un fenómeno e interpretar datos a partir de la experiencia y el conocimiento.

La prueba en extenso, de acuerdo con el informe del INEE (2002), tiene una duración para el grado octavo de siete horas y de cinco horas y media para el grado cuarto. El enfoque de TIMSS se basa en técnicas de muestreo matricial, el conjunto de ítems se divide en varios cuadernillos de modo que cada estudiante responda a un solo cuadernillo.

Los bloques de preguntas se identifican con la letra M y C para cada área. Los países que participan en TIMSS deben tener una muestra de al menos 4500 estudiantes, el coordinador nacional de investigación de cada país responde los cuestionarios, debe ser un educador especialista en currículum.

En TIMSS se evalúan los dominios cognitivos que corresponden al conocimiento factual o de aplicación, la comprensión conceptual, razonamiento y análisis; el tiempo en porcentaje se describe a continuación en las tablas 1.48, 1.49 y 1.50.

Los ítems de conocimiento factual son:

- Preguntas de recuerdo y reconocimiento.
- Definiciones.
- Descripciones.
- Cuestiones de conocimiento sobre el uso de instrumentos y procedimientos de medidas científicas.

Tabla 1.48. *Dominio cognitivo del conocimiento factual o aplicación*

Conocimiento factual o aplicación			
El dominio cognitivo del <i>conocimiento factual</i> se refiere a la base de conocimientos que tienen los estudiantes sobre hechos, datos, herramientas y procedimientos relevantes en ciencias.			
Recordar o reconocer	Definir	Describir	Usar herramientas y procedimientos
Realizar afirmaciones o identificar enunciados precisos sobre hechos, relaciones, procesos y conceptos científicos; identificar las características o propiedades de organismos específicos, materiales y procesos.	Dar o identificar definiciones de términos científicos; reconocer y utilizar vocabulario científico, símbolos, abreviaturas, unidades y escalas en contextos relevantes.	Reconocer o describir organismos, materiales físicos y procesos científicos que demuestren conocimiento de sus propiedades, estructura, funcionamiento y relaciones.	Demostrar conocimiento en la utilización de aparatos, equipos, herramientas, procedimientos y escalas o dispositivos de medida científicos.

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS. El porcentaje de tiempo empleado en la prueba de cuarto grado para el dominio cognitivo del conocimiento factual es de 40% y para el grado octavo del 30%.

Las preguntas de comprensión conceptual requieren:

- Ilustrar con ejemplos.
- Comparar, contrastar y clasificar.
- Representar y modelizar.
- Relacionar.
- Obtener y aplicar información.
- Encontrar soluciones.
- Explicar.

Tabla 1.49. Dominio cognitivo de la comprensión conceptual.

Comprensión conceptual o conocimiento			
La comprensión conceptual en ciencias significa captar las relaciones que explican el comportamiento del mundo físico y relacionar lo observable con conceptos científicos más abstractos o generales.			
Ilustrar con ejemplos	Comparar, contrastar o clasificar	Representar o modelizar	
Apoyar o aclarar enunciados de hechos o conceptos con ejemplos apropiados; identificar o dar ejemplos específicos para ilustrar el conocimiento de conceptos generales.	Identificar o describir similitudes y diferencias entre grupos de organismos y materiales; distinguir, clasificar u ordenar objetos individuales, materiales, organismos y procesos basados en características y propiedades.	Utilizar o dibujar diagramas y/o modelos para demostrar que se comprenden conceptos, estructuras, relaciones y procesos científicos, así como sistemas y ciclos biológicos o físicos (por ejemplo redes de alimentos, circuitos eléctricos, ciclo del agua, Sistema Solar, estructura atómica).	
Relacionar	Obtener o aplicar información	Hallar soluciones	Explicar
Relacionar el conocimiento de conceptos biológicos y físicos subyacentes con los comportamientos, propiedades o usos observados o inferidos de objetos, organismos y materiales.	Identificar, obtener o aplicar información textual, tabular o gráficar concepciones relevantes a la luz de los conceptos o principios de la ciencia.	Identificar o utilizar relaciones científicas, ecuaciones y fórmulas para encontrar soluciones cualitativas o cuantitativas que conlleven la aplicación directa o la manifestación de conceptos.	Dar o identificar razones o explicaciones para lograr la observación de fenómenos naturales, mostrando que se comprende el concepto, ley, teoría o principio científico subyacente.

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS. El porcentaje de tiempo empleado en la prueba de cuarto y octavo grado para el dominio cognitivo conceptual es de 35%



Las preguntas de razonamiento y análisis implican:

- Analizar, interpretar y resolver problemas.
- Asociar, integrar y sintetizar.
- Formular hipótesis y predecir.
- Diseñar y planificar.
- Recopilar, analizar e interpretar datos.
- Sacar conclusiones.
- Generalizar.
- Evaluar.
- Justificar.

Tabla 1.50. *Domino cognitivo, razonamiento y análisis*

Razonamiento y análisis		
Razonar y analizar son dos actividades presentes en todas las tareas complejas relacionadas con las ciencias, consisten en resolver problemas, desarrollar explicaciones, llegar a conclusiones, tomar decisiones y ampliar el conocimiento a situaciones nuevas.		
Analizar, interpretar y resolver problemas	Integrar o sintetizar	Formular hipótesis o predecir
Analizar problemas para determinar las relaciones y conceptos relevantes y los pasos para su resolución; desarrollar o explicar estrategias de resolución de problemas; interpretar o utilizar diagramas y gráficos para visualizar y/o resolver problemas; dar muestras de los procesos de razonamiento deductivo o inductivo empleados para resolver problemas.	Dar soluciones a problemas que requieran considerar una serie de factores diferentes o conceptos relacionados; hacer asociaciones o conexiones entre conceptos en diferentes áreas de las ciencias; mostrar la comprensión de conceptos y temas unificados de diferentes dominios de las ciencias; integrar conceptos o procedimientos matemáticos en las soluciones de problemas científicos.	Combinar el conocimiento de conceptos de la ciencia con información de la experiencia o de la observación para formular preguntas a las que se pueda responder mediante procesos investigativos; formular hipótesis del tipo de supuestos verificables usando los conocimientos obtenidos de la observación y/o el análisis de la información científica y la comprensión conceptual; hacer predicciones sobre los efectos de cambios en las condiciones biológicas o físicas a la luz de la evidencia y el conocimiento científico.

Diseñar o planificar	Recopilar, analizar datos	Elaborar conclusiones
Diseñar o planificar investigaciones apropiadas para responder a preguntas científicas o verificar hipótesis; describir o reconocer las características de investigaciones bien diseñadas en términos de variables mensurables y controlables y relaciones de causa y efecto; tomar decisiones conforme a las mediciones o procedimientos que se emplearán al realizar las investigaciones.	Realizar y registrar observaciones sistemáticas y mediciones mediante aplicaciones apropiadas de aparatos, equipos, herramientas, procedimientos y dispositivos de medida o escala; representar datos científicos en tablas, cuadros, gráficos y diagramas usando el formato, la denominación y las escalas apropiadas; seleccionar o aplicar técnicas o cálculos matemáticos apropiados a los datos para obtener valores derivados necesarios para llegar a conclusiones; detectar pautas en los datos; describir o resumir tendencias en los datos; interpolar o extrapolar a partir de datos o información dada.	Hacer inferencias válidas sobre la base de la evidencia o la comprensión de conceptos científicos; construir conclusiones apropiadas dirigidas a preguntas o hipótesis; mostrar que se comprende el mecanismo de causa y efecto.
Generalizar	Evaluar	Justificar
Identificar, obtener o evaluar conclusiones generales que vayan más allá de las condiciones experimentales o dadas y aplicar conclusiones a situaciones nuevas; determinar fórmulas generales para expresar relaciones físicas.	Sopesar ventajas y desventajas para tomar decisiones sobre procesos, materiales y fuentes alternativas; considerar factores científicos y sociales para evaluar el impacto o las consecuencias de la ciencia y de la tecnología en los sistemas biológicos y físicos; evaluar explicaciones y estrategias de resolución de problemas y soluciones alternativas; evaluar los resultados de investigaciones con respecto a la suficiencia de datos para respaldar conclusiones.	Utilizar la evidencia y el conocimiento científico para justificar explicaciones y soluciones a problemas; interpretar argumentos para respaldar lo razonable, que sean las soluciones a los problemas y las conclusiones de las investigaciones o explicaciones científicas.

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS

El porcentaje de tiempo empleado en la prueba de cuarto y octavo grado para el dominio cognitivo de razonamiento y análisis es de 25% y 35% respectivamente.

Los dominios de contenido y los porcentajes de tiempo empleados en la evaluación de ciencias se describen en la tabla 1.51.

**Tabla 1.51.** *Dominios de contenido de las ciencias TIMSS*

Dominios de contenido de las ciencias	Áreas temáticas
Ciencias de la vida Tiempo para grado cuarto: 45% Tiempo para grado octavo: 30%	• Tipos, características y clasificación de los seres vivos. • Estructura, función y procesos vitales de los organismos. • Células y sus funciones. • Desarrollo y ciclos de vida de los organismos. • Reproducción y herencia. • Diversidad, adaptación y selección natural. • Ecosistemas. • Salud humana.
Química Tiempo para grado octavo: 15%	• Clasificación y composición de la materia. • Estructura de partículas de la materia. • Propiedades y usos del agua. • Ácidos y bases. • Cambio químico.
Física Tiempo para grado octavo: 25% Química y física Tiempo para grado cuarto: 35%	• Estados físicos y cambios en la materia. • Tipos, fuentes y conversiones de energía. • Calor y temperatura. • Luz. • Sonido y vibración. • Electricidad y magnetismo. • Fuerzas y movimiento.
Ciencias de la Tierra Tiempo para grado cuarto: 20% Tiempo para grado octavo: 15%	• Estructura y rasgos físicos de la Tierra (litosfera, hidrosfera y atmósfera). • Procesos, ciclos e historia de la Tierra. • La Tierra en el Sistema Solar y en el Universo.
Ciencias medioambientales Tiempo para grado octavo: 15%	• Cambios en la población. • Utilización y conservación de los recursos naturales. • Cambios en el medio ambiente.
Investigación científica Tiempo total de las pruebas cuarto y octavo: 15%	• Formular preguntas e hipótesis. • Diseñar las investigaciones. • Recopilar y representar los datos. • Analizar e interpretar los datos. • Sacar conclusiones y elaborar explicaciones.

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS
 El porcentaje de tiempo empleado en las prueba de cuarto y octavo grado para el dominio cognitivo de razonamiento y análisis es 25% y 35% respectivamente.

A continuación se describe el currículo que debe abordarse de acuerdo con TIMSS para los grados cuarto y octavo con el fin de obtener un desempeño avanzado a partir de la aplicación de conocimientos y comprensión de situaciones complejas, explicando el razonamiento de las mismas. Tablas 1.52 a 1.56.

Tabla 1.52. *Dominios de contenido. Ciencias de la vida TIMMS*

Área temática: tipos, características y clasificación de los seres vivos	
Cuarto	Octavo
Explicar las diferencias entre seres vivos e inertes sobre la base de rasgos comunes (movimiento, necesidades básicas de aire/alimento/agua, reproducción, crecimiento, respuesta a estímulos).	Enunciar las características definitorias utilizadas para diferenciar entre los principales grupos taxonómicos y sus organismos; clasificar organismos sobre la base de la diversidad de características físicas y de comportamiento.
Comparar y contrastar características físicas y de comportamiento de los seres humanos y de otros grupos principales de organismos (como insectos, aves, mamíferos, plantas) e identificar o dar ejemplos de plantas y animales pertenecientes a estos grupos.	
Área temática: estructura, función y procesos vitales de los organismos	
Cuarto	Octavo
Relacionar las principales estructuras corporales en los humanos y otros organismos (plantas y animales) a sus funciones (por ejemplo, la digestión tiene lugar en el estómago, las raíces de las plantas absorben agua, los dientes trituran la comida, los huesos soportan el cuerpo, los pulmones toman oxígeno).	Localizar los órganos principales en el cuerpo humano; identificar los componentes de sistemas de órganos; comparar o contrastar los órganos y sistemas de órganos en los humanos y en otros organismos.
Manifestar conocimiento de acciones corporales en respuesta a condiciones externas (como calor, frío, peligro) y actividades (por ejemplo hacer ejercicio).	Relacionar la estructura y función de órganos y sistemas de órganos con los procesos biológicos básicos necesarios para la vida (sistemas sensorial, digestivo, muscular y óseo, circulatorio, nervioso, respiratorio, reproductivo).
	Explicar cómo funcionan las acciones biológicas en respuesta a cambios externos o internos específicos para mantener condiciones corporales estables (por ejemplo sudar cuando hace calor, tiritar cuando hace frío, aumentar el ritmo cardíaco durante el ejercicio).



Área temática: las células y sus funciones	
Cuarto	Octavo
No se evalúa.	Describir la configuración celular de todos los organismos vivos (tanto unicelulares como pluricelulares), manifestando conocer que las células llevan a cabo funciones vitales y acometen la división celular durante el crecimiento o reparación en organismos y que los tejidos, órganos y sistemas de órganos están formados a partir de grupos de células con estructuras y funciones especializadas.
	Identificar las estructuras celulares y algunas funciones de los orgánulos de las células (pared celular, membrana celular, núcleo, citoplasma, cloroplasto, mitocondria, vacuolas), incluyendo una comparación entre células de plantas y animales.
	Describir el proceso de respiración que tiene lugar en las células de plantas y animales (la necesidad de oxígeno, la descomposición de comida para producir energía y la expulsión de dióxido de carbono).
Área temática: desarrollo y ciclos de la vida de los organismos	
Cuarto	Octavo
Indicar los pasos generales en el ciclo vital de los organismos (nacimiento, crecimiento y desarrollo, reproducción y muerte); conocer y comparar los ciclos vitales de organismos conocidos (como humanos, mariposas, ranas, plantas, mosquitos).	Comparar y contrastar el crecimiento y desarrollo de diferentes organismos (dentro de los que se destacan humanos, plantas, aves, insectos).
Área temática: reproducción y herencia	
Cuarto	Octavo
Reconocer que las plantas y los animales se reproducen con seres de su misma especie para producir descendencia con rasgos muy semejantes a los de sus progenitores.	Explicar que la reproducción (asexual o sexual) ocurre en todos los organismos vivos y es importante para la supervivencia de la especie; comparar o contrastar procesos biológicos en la reproducción asexual y sexual en términos generales (división celular para producir un descendiente idéntico frente a la combinación de óvulo y espermatozoide de progenitores femeninos o masculinos para producir descendencia similar pero no idéntica a ninguno de los dos progenitores); enunciar ventajas y desventajas de cada tipo de reproducción o de comportamiento que son adquiridos o aprendidos.
	Relacionar la herencia de los caracteres con la transmisión a sus descendientes de material genético contenido en las células del progenitor o progenitores; distinguir los caracteres de los rasgos físicos.

Área temática: diversidad, adaptación y selección natural	
Cuarto	Octavo
Asociar rasgos físicos y pautas de comportamiento de plantas y animales con los entornos en los que viven; identificar o dar ejemplos de determinadas características físicas o de comportamiento de plantas o animales que los hacen más aptos para la supervivencia en diferentes entornos y explicar por qué (como el camuflaje, cambio de color, grosor del pelaje).	Relacionar la supervivencia o extinción de diferentes especies con la variación de las características físicas o de comportamiento en una población y con el éxito reproductivo en entornos cambiantes. Manifestar conocimiento del tiempo relativo en que han existido los principales grupos de organismos sobre la Tierra (humanos, reptiles, peces, plantas); describir cómo las similitudes y diferencias entre las especies vivas y los fósiles son indicadores de los cambios que ocurren en los seres vivos a lo largo del tiempo.
Área temática: ecosistemas	
Cuarto	Octavo
Explicar que todas las plantas y animales necesitan comida para proporcionar el combustible para su actividad y el material para su crecimiento y reparación; comprender que las plantas necesitan del Sol para producir su propio alimento, mientras que los animales se alimentan de plantas y/u otros animales.	Manifestar conocimiento del flujo de energía en un ecosistema (el papel de la fotosíntesis y la respiración y el almacenamiento de productos alimenticios o energéticos en los organismos); identificar diferentes organismos como productores, consumidores y desintegradores; dibujar o interpretar pirámides alimenticias o redes de alimentación.
Explicar las relaciones en una comunidad dada (por ejemplo el bosque, los charcos de las mareas) basadas en cadenas alimenticias simples, mediante plantas y animales comunes y relaciones depredador-presa.	Describir el papel de los organismos en el reciclado de materiales de la superficie terrestre (como el oxígeno, dióxido de carbono, agua) y la descomposición de organismos y el reciclado de elementos que vuelven al medio ambiente. Comentar la interdependencia de poblaciones de organismos en un ecosistema desde el punto de vista de los efectos de la competición y la depredación; identificar factores que pueden limitar el tamaño de la población (como enfermedades, depredadores, recursos alimenticios, sequía); predecir los efectos de cambios en un ecosistema (destacar el clima, disponibilidad de agua y comida, cambios en la población, migración) sobre los recursos disponibles y el equilibrio entre poblaciones.
Área temática: la salud humana	
Cuarto	Octavo
Reconocer modos de transmisión de enfermedades infecciosas comunes (por ejemplo resfriados, gripe); identificar signos de salud o enfermedad y algunos métodos para prevenir y tratar las enfermedades.	Describir causas de enfermedades infecciosas comunes, métodos de infección o transmisión, su prevención y la importancia de la capacidad de resistencia natural y curación del cuerpo.



Describir formas de mantener la buena salud, incluyendo la necesidad de una dieta equilibrada o variada; identificación de fuentes alimenticias comunes (como frutas y verduras, granos) y el efecto de los hábitos personales sobre la salud (destacar el uso de protectores solares, la prevención de lesiones, higiene personal, ejercicio, consumo de drogas, alcohol y tabaco).	Explicar la importancia de la dieta, higiene, ejercicio y estilo de vida en el mantenimiento de la salud y la prevención de enfermedades (por ejemplo enfermedad coronaria, diabetes, cáncer de piel y de pulmón); identificar las fuentes dietéticas y el papel de los nutrientes en una dieta saludable (vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos, grasas).

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS

Tabla 1.53. *Dominios de contenido. Química TIMSS.*

Área temática: clasificación y composición de la materia	
Cuarto	Octavo
Comparar, clasificar u ordenar diferentes objetos y materiales sobre la base de propiedades físicas observables (como el peso/masa, estado, volumen, color, dureza, textura, olor, sabor, atracción magnética).	Clasificar o comparar sustancias sobre la base de propiedades físicas características que se pueden mostrar o medir (por ejemplo la densidad, conductividad térmica o eléctrica, solubilidad, punto de fusión o ebullición, propiedades magnéticas).
Identificar algunas propiedades de los metales y relacionarlas con su uso (como conductores de calor y electricidad, duros, brillantes, maleables).	Seleccionar o describir métodos físicos para separar mezclas en sus componentes (destacar, entre otros, la filtración, destilación, sedimentación, separación magnética, flotación, disolución).
Identificar o describir mezclas sobre la base de su apariencia física; demostrar que se comprende que las mezclas se pueden separar de acuerdo con las propiedades observables de sus partes (por ejemplo el tamaño de los gránulos, estado, color, atracción magnética).	Diferenciar entre sustancias puras (elementos y compuestos) y mezclas (homogéneas y heterogéneas) en cuanto a su formación y composición; dar o identificar ejemplos de cada una (sólido, líquido, gas).
Dar ejemplos de algunos materiales que se disuelven en agua y otros que no, identificar condiciones comunes que incrementan la cantidad de material que se disuelve o la velocidad de disolución de los materiales (agua caliente, agitación, granulación pequeña).	Definir disoluciones en términos de sustancias (solutos sólidos, líquidos o gaseosos) disueltas en una solución; aplicar conocimientos de la relación entre concentración o dilución y las cantidades de soluto o solución y el efecto de factores tales como temperatura, agitación y tamaño de las partículas.
	Reconocer que las sustancias se pueden agrupar de acuerdo a propiedades químicas y físicas similares; describir propiedades de metales que los distinguen de otras sustancias comunes (no-metales).
Área temática: la estructura de partículas de la materia	
Cuarto	Octavo
No se evalúa.	Describir la estructura de la materia en términos de partículas, incluyendo las moléculas como combinaciones de átomos y los átomos como compuestos de partículas subatómicas (electrones en torno a un núcleo que contiene protones y neutrones).

Área temática: propiedades y usos del agua	
Cuarto	Octavo
Identificar usos comunes del agua en cada uno de sus estados (como disolvente, refrigerante, fuente de calor, entre otros).	Identificar el agua como un compuesto de moléculas formadas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno; relacionar el comportamiento o los usos del agua con sus propiedades físicas (destacando su punto de fusión y ebullición, capacidad de disolver muchas sustancias, propiedades térmicas, dilatación al congelarse).
Área temática: ácidos y bases	
Cuarto	Octavo
No se evalúa.	Comparar las propiedades y los usos de ácidos y bases comunes (los ácidos tienen un sabor agrio y reaccionan con los metales; las bases suelen tener un sabor amargo y un tacto resbaladizo; los ácidos y bases fuertes son corrosivos; tanto los ácidos como las bases se disuelven en el agua y reaccionan con indicadores para producir diferentes cambios de color; los ácidos y las bases se neutralizan entre sí).
Área temática: cambio químico	
Cuarto	Octavo
Identificar algunos cambios conocidos en materiales que producen otros materiales con características diferentes (como la degradación de la materia animal o vegetal, combustión, oxidación, cocimiento).	Diferenciar los cambios químicos de los físicos en términos de la transformación (reacción) de una o más sustancias (reactantes) en diferentes sustancias (productos); mostrar o probar que ha tenido lugar un cambio químico conforme a la descripción de ejemplos comunes (el cambio de temperatura, producción de gas, cambio de color, emisión de luz).
	Reconocer que, aunque la materia modifique su forma durante el cambio químico, su cantidad total se conserva.
	Reconocer la necesidad del oxígeno en las reacciones de oxidación comunes (combustión, oxidación de metales); comparar la tendencia relativa de sustancias conocidas a sufrir estas reacciones (como la combustión de la gasolina frente al agua, corrosión del acero frente al aluminio, entre otras).
	Demostrar comprensión sobre algunas reacciones químicas que liberan calor o energía mientras que otras los absorben; clasificar transformaciones químicas conocidas según su liberación o absorción de calor o energía (por ejemplo la combustión, neutralización, cocimiento).

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS



Tabla 1.54. Dominios de contenido. Física TIMMS

Área temática: fuerza y movimiento	
Cuarto	Octavo
Identificar fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan (como la gravedad que actúa sobre objetos que caen, fuerzas de atracción o repulsión).	Representar el movimiento de un objeto en términos de su posición, dirección y velocidad en un marco de referencia dado; calcular la velocidad a partir del tiempo y la distancia mediante unidades estándar; usar o interpretar información en gráficos de distancia/ tiempo.
	Describir tipos generales de fuerzas (por ejemplo el peso como una fuerza debida a la gravedad, la fuerza de contacto, flotación y fricción); predecir cambios en el movimiento (si lo hay) de un objeto de acuerdo con las fuerzas que actúan sobre el mismo; demostrar un conocimiento básico del trabajo y funcionamiento de máquinas simples (como las palancas) mediante ejemplos comunes.
	Explicar fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad (destacar objetos que flotan o se hunden, globos que se elevan, capas de hielo, entre otros).
Describir cómo el peso relativo de los objetos se puede determinar mediante una balanza; relacionar el peso de diferentes objetos con su capacidad de flotar o hundirse.	Demostrar conocimiento de los efectos relacionados con la presión (por ejemplo la presión atmosférica como función de la altitud, presión oceánica como función de la profundidad, evidencia de la presión del gas en los globos, distribución de las fuerzas en un área grande o pequeña, niveles de fluidos).
Área temática: estados físicos y cambios de la materia	
Cuarto	Octavo
Describir que todos los objetos o materiales están hechos de materia que existe en tres estados principales (sólido, líquido, gaseoso) y describir diferencias en las propiedades físicas observables de sólidos, líquidos y gases en términos de forma y volumen.	Utilizar conocimientos sobre el movimiento y la distancia entre partículas para explicar diferencias en las propiedades físicas de sólidos, líquidos y gases (volumen, forma, densidad, compresibilidad).
	Demostrar comprensión sobre los puntos de fusión o ebullición de las sustancias; explicar por qué la temperatura permanece constante durante el cambio de fase (fusión, ebullición, congelación).

Demostrar conocimiento de que el agua existe en diferentes estados físicos y que se puede cambiar de un estado a otro mediante calentamiento o enfriamiento; describir estas modificaciones con términos conocidos (fundir, congelar, hervir).	Ilustrar que se comprende que la materia (masa) se conserva durante cambios físicos conocidos (como la alteración de estado, disolución de sólidos, expansión térmica).
	Describir los procesos de fusión, congelación, evaporación y condensación como cambios de estado que resultan del suministro o la remoción de calor o energía; relacionar la velocidad o extensión de estos procesos en factores físicos comunes (área superficial, sustancias disueltas, temperatura, altitud o presión).
Área temática: tipos, fuentes y conversión de energía	
Cuarto	Octavo
Identificar fuentes y formas de energía comunes (como el viento, Sol, electricidad, combustible, molino de agua, alimento); conocer algunos usos prácticos de la energía.	Identificar diferentes formas de energía (destacando la mecánica, lumínica, sonora, eléctrica, térmica, química, entre otras); describir transformaciones simples de energía (por ejemplo la combustión en un motor para mover un coche, energía eléctrica para que funcione una lámpara, energía hidroeléctrica, cambios entre energía potencial y cinética); aplicar el conocimiento del concepto de conservación de la energía total.
Área temática: calor y temperatura	
Cuarto	Octavo
Evidenciar que se conoce que el calor fluye de un objeto caliente a uno frío y hace que los materiales cambien de temperatura y de volumen; identificar materiales comunes que conducen el calor mejor que otros; reconocer la relación entre la medición de la temperatura y lo frío o caliente que está un objeto.	Relacionar el calor con la transferencia de energía desde un objeto a temperatura elevada hacia otro con temperatura más baja; comparar la conductividad térmica relativa de diferentes materiales; comparar o contrastar métodos de transferencia de calor (conducción, convección y radiación).
	Explicar la dilatación térmica en términos de cambio de volumen y/o presión (por ejemplo termómetros, globos).
	Relacionar la temperatura y los cambios de volumen y/o presión con el movimiento o velocidad de las partículas.



Área temática: luz	
Cuarto	Octavo
Identificar fuentes de luz comunes (como la bombilla, llama, Sol) y relacionar fenómenos físicos con la presencia o ausencia y comportamiento de la luz (la aparición del arco iris, colores producidos por prismas, manchas de aceite, burbujas de jabón, formación de sombras, visibilidad de objetos, espejos, entre otros).	Describir o identificar algunas propiedades o comportamientos básicos de la luz (transmisión desde una fuente a través de diferentes medios; velocidad de la luz comparada con la del sonido; reflexión, refracción, absorción y transmisión por diferentes materiales; descomposición de la luz blanca en sus colores y componentes mediante prismas y otros medios dispersivos).
	Relacionar la apariencia o color de los objetos con las propiedades de la luz reflejada o absorbida.
	Resolver problemas prácticos relacionados con la reflexión de la luz en espejos planos y la formación de sombras; usar o interpretar diagramas de rayos para identificar el camino de la luz y localizar imágenes reflejadas o proyectadas.
Área temática: sonido y vibración	
Cuarto	Octavo
No se evalúa.	Explicar cómo el sonido de intensidad y altura de variables es producido por vibraciones con diferentes propiedades (amplitud, frecuencia) ² ; reconocer que el sonido se transmite alejándose de su origen a través de diferentes materiales y puede ser reflejado por superficies.
Área temática: electricidad y magnetismo	
Cuarto	Octavo
Conocer usos comunes de la electricidad; identificar un circuito eléctrico completo con baterías, bombillas, cables y otros componentes comunes que conducen la electricidad.	Describir el flujo de la corriente en un circuito eléctrico; dibujar o identificar diagramas que representan circuitos completos (en serie y en paralelo); clasificar materiales como conductores eléctricos o aislantes; reconocer que hay una relación entre la intensidad de la corriente y el voltaje en un circuito.
Conocer que los imanes tienen polo norte y polo sur, que los polos iguales se repelen y los contrarios se atraen y que los imanes se pueden usar para atraer otros materiales u objetos.	Manifestar conocimiento sobre las propiedades de los imanes permanentes y efectos de la fuerza magnética; identificar rasgos esenciales y usos prácticos de los electroimanes.

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS

2 El conocimiento o uso de los términos amplitud y frecuencia no es algo que se espere en octavo grado.

Tabla 1.55. *Dominios de contenido. Ciencias de la Tierra TIMSS.*

Área temática: estructura y rasgos físicos (litosfera, hidrósfera y atmósfera)	
Cuarto	Octavo
Saber que la superficie de la Tierra se compone de rocas, minerales, arena y tierra; comparar las propiedades físicas, localizaciones y usos de estos materiales.	Revelar conocimiento de la estructura y las características físicas de la corteza terrestre, el manto y el núcleo; usar o interpretar mapas topográficos; describir la formación, las características y/o usos del suelo, minerales y tipos básicos de rocas.
Reconocer que la mayor parte de la superficie de la Tierra está cubierta de agua; describir las localizaciones de los tipos de agua que se encuentran en la Tierra (como el agua salada en los océanos, agua dulce en los lagos y ríos, nubes, nieve, capas de hielo, icebergs).	Comparar el estado físico, movimiento, composición y distribución relativa del agua sobre la Tierra (destacando los océanos, ríos, aguas subterráneas, glaciares, capas de hielo, nubes, entre otros).
Dar pruebas de la existencia o naturaleza del aire, incluido el hecho de que este contiene agua (como en la formación de nubes, gotas de rocío, evaporación de charcas); ejemplos del uso del aire y su importancia para la vida.	Saber que la atmósfera de la Tierra es una mezcla de gases e identificar la abundancia relativa de sus principales componentes; relacionar los cambios en las condiciones atmosféricas (temperatura, presión, composición) con la altitud.
Identificar o describir rasgos comunes del paisaje de la Tierra (por ejemplo las montañas, llanuras, ríos, desiertos) y relacionarlos con la utilización por los humanos (en actividades como la agricultura, irrigación, desarrollo del terreno).	
Área temática: procesos, ciclos e historia de la Tierra	
Cuarto	Octavo
Dibujar o describir el movimiento del agua en la superficie terrestre (su fluir en los ríos y arroyos desde las montañas hasta los lagos y océanos, entre otras características); relacionar la formación de nubes y lluvia o nieve con un cambio de estado del agua.	Demostrar conocimiento de los procesos generales implicados en el ciclo de las rocas (desgaste o erosión, depósito, calor o presión, fundición o enfriamiento, flujo de lava) que dan como resultado la formación continuada de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.
Describir cambios en las condiciones meteorológicas de un día a otro o a lo largo de las estaciones en términos de propiedades observables vistas en la temperatura, precipitación (lluvia o nieve), las nubes y el viento.	Dibujar o describir los pasos del ciclo del agua en la Tierra (evaporación, condensación y precipitación), haciendo referencia al Sol como fuente de energía y el papel del movimiento de las nubes y el flujo del agua en la circulación y renovación del agua dulce en la superficie de la Tierra.



Reconocer que los fósiles de animales y plantas que vivieron en la Tierra hace mucho tiempo se pueden encontrar en las rocas y son una prueba de que la Tierra es muy antigua.	Interpretar datos y mapas del tiempo y relacionar los cambios en las pautas meteorológicas con factores globales y locales en términos de temperatura, presión, precipitación, velocidad o dirección del viento, tipos de nubes y su formación y frentes tormentosos.
	Comparar los climas estacionales de las principales regiones de la Tierra, considerando los efectos de la latitud, altitud y geografía (como las montañas y océanos); identificar o describir los cambios climáticos a largo y corto plazo (por ejemplo las eras glaciales, tendencias de calentamiento, erupciones volcánicas, transformaciones en las corrientes oceánicas).
	Identificar o describir los procesos físicos y los principales sucesos geológicos ocurridos a lo largo de miles de millones de años (se destaca el desgaste, erosión, depósito, actividad volcánica, terremotos, formación de montañas, movimiento de placas, deriva continental, entre otros); explicar la formación de fósiles y combustibles fósiles.
Área temática: la Tierra en el Sistema Solar y en el Universo	
Cuarto	Octavo
Describir el Sistema Solar como un grupo de planetas (incluida la Tierra), que cada uno gira alrededor del Sol e identificar el astro como el origen del calor y la luz en nuestro espacio.	Explicar fenómenos observables en la Tierra (día y noche, las mareas, el año, las fases de la Luna, eclipses, estaciones en el hemisferio norte y sur, el aspecto del Sol, la Luna, los planetas y las constelaciones) en términos de los movimientos, distancias y tamaños relativos de la Tierra, la Luna y otros cuerpos del Sistema Solar y externos al mismo.
Relacionar pautas diarias observadas en la Tierra con el sistema de rotación sobre su eje y su relación con el Sol (como el día y noche, el aspecto de las sombras).	Reconocer el papel de la gravedad en el Sistema Solar (donde se advierten las mareas, el mantenimiento de los planetas y los satélites en sus órbitas, la atracción que nos sujeta a la superficie terrestre, entre otras).
Dibujar o describir las fases de la Luna.	Comparar y contrastar los rasgos físicos de la Tierra con los de la Luna y los demás planetas (aspectos como la atmósfera, temperatura, agua, distancia del Sol, período de revolución o rotación, capacidad de soportar la vida).
	Reconocer que el Sol es una estrella “media” y saber que hay miles de millones de estrellas en el Universo que están fuera del Sistema Solar y muy alejadas del mismo.

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS

Tabla 1.56. *Dominios de contenido. Ciencias medioambientales.*

Área temática: cambios en la población	
Cuarto	Octavo
No se evalúa.	Analizar tendencias en la población humana, identificando que la población mundial está creciendo a una tasa cada vez mayor y comparando la distribución de la población, la tasa de crecimiento y el consumo y disponibilidad de recursos en diferentes zonas.
	Comentar los efectos del crecimiento de la población sobre el medio ambiente (como la utilización de los recursos naturales, oferta y demanda de agua y comida, salud, crecimiento de las ciudades y sus alrededores, utilización y desarrollo del suelo, caza y pesca).
Área temática: utilización y conservación de los recursos naturales	
Cuarto	Octavo
Identificar algunos de los recursos físicos de la Tierra que se utilizan en la vida cotidiana y sus fuentes comunes (como por ejemplo el agua, tierra, madera, minerales, combustible, alimento); explicar la importancia de utilizar estos recursos de forma sensata.	Conocer ejemplos comunes de recursos renovables y no renovables; comentar las ventajas y desventajas de diferentes tipos de fuentes energéticas (como combustibles fósiles, madera, energías solar, eólica, geotérmica, nuclear e hidroeléctrica, baterías químicas); describir métodos de conservación y gestión de residuos (por ejemplo el reciclado o la reutilización, uso de materiales biodegradables).
	Comentar factores relacionados con la oferta y demanda de agua dulce y la utilización de recursos acuáticos (como la oferta renovable pero limitada de agua dulce, purificación, desalinización, irrigación, tratamiento y reutilización del agua, conservación, uso de embalses, prácticas pesqueras).
	Relacionar los efectos de la utilización humana de la Tierra y los recursos del suelo (por ejemplo explotaciones agrícolas, minería, explotaciones forestales) con los métodos empleados en la agricultura y en la gestión del suelo (entre los que se destacan la rotación de cultivos, agricultura por bancales, fertilización, irrigación, control de plagas, gestión de pastos, recuperación o reciclado, repoblación forestal).

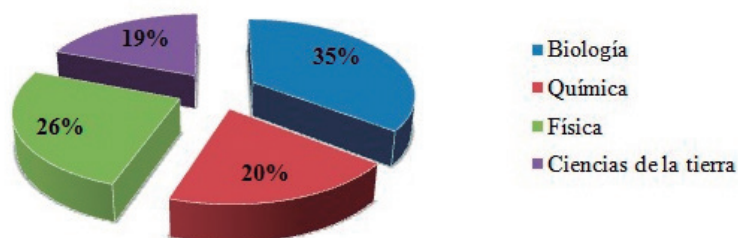


Área temática: cambios en el medio ambiente	
Cuarto	Octavo
Exponer casos en los que el comportamiento humano puede tener un efecto positivo o negativo sobre el medio ambiente; hacer descripciones generales y dar ejemplos de los efectos de la contaminación sobre los humanos, las plantas, los animales y sus entornos, así como las maneras de prevenir o reducir la contaminación.	Exhibir situaciones en las que la actividad humana puede, a la vez que causar problemas medioambientales, ayudar a resolverlos, incluidos los efectos a corto y largo plazo sobre los ecosistemas; describir los orígenes, efectos y formas de prevenir o reducir la contaminación del aire, el agua y la Tierra; explicar el papel de la ciencia y de la tecnología al ocuparse de cuestiones medioambientales.
	Relacionar algunos problemas medioambientales globales con sus posibles causas y/o efectos (por ejemplo el calentamiento global, lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono, deforestación, desertización); exponer ejemplos en los que la ciencia y la tecnología pueden ser utilizadas para atajar estos problemas.
	Describir algunos desastres naturales y su impacto sobre los humanos, la vida salvaje y el medio ambiente en términos de cambios de hábitat, recursos, redes de alimentación y ciclos de vida (terremotos, desprendimientos de Tierra, fuegos naturales, erupciones volcánicas, inundaciones, tormentas, entre otros).

Fuente: elaboración a partir de los estudios del INEE (2002). Marcos teóricos y especificaciones de TIMSS

La prueba TIMSS 2007 consta de 240 ítems de ciencias distribuidas en cuatro áreas, como se describe en la figura 1.39.

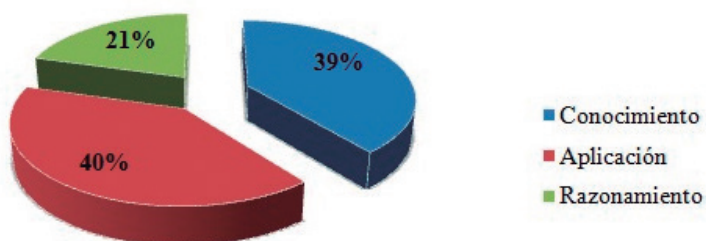
Figura 1.39. Distribución de los ítems de ciencias por área de contenido



Fuente: Isee-Ivei (2001). PISA 2009.

La distribución de los ítems por dominios cognitivos para la prueba TIMSS 2007 se describe en la figura 1.40.

Figura 1.40. Distribución de los ítems en TIMSS 2007 por dominio cognitivo.



Fuente: Isee-Ivei (2001). PISA 2009

Cuestionarios de contexto:

- Cuestionario de currículo: el Coordinador Nacional de Investigación es el responsable de diligenciar los cuestionarios referentes a la organización del currículo científico en cada país.
- Cuestionario del estudiante: se aplica a todos los participantes con el fin de conocer su percepción y actitud hacia las ciencias, los deberes, actividades extraescolares, uso de ordenador y apoyo educativo en casa. Está previsto para desarrollarse entre 15 y 30 minutos.
- Cuestionario del profesor: se indaga a un profesor de matemáticas sobre su formación general y profesional; tiempo de instrucción, materiales y actividades para la enseñanza; cómo promover el interés de los estudiantes por la materia, utilización de ordenadores e Internet; prácticas de evaluación y relaciones entre familia y Centro.
- Cuestionario del Centro: es un cuestionario diseñado para ser resuelto en unos 30 minutos. El director de cada centro escolar evaluado en TIMSS debe responder sobre recursos disponibles para apoyar la enseñanza de las ciencias y la disponibilidad de material y personal.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Evaluación Educativa INEE (2002), el marco contextual de TIMSS abarca cinco áreas amplias, la información recolectada le permite hacer recomendaciones generales para lograr un currículo que genere aprendizajes en los estudiantes; las recomendaciones básicas por área son:



1. El currículo:

- *Formulación del currículo*: se considera el contexto situacional, está vinculado al bienestar y a la salud económica del país. El desarrollo del currículo implica tener en cuenta la sociedad a la que le sirve el sistema educativo, es importante saber quién toma las decisiones curriculares, qué clase de decisiones se toman y cómo se comunican a la comunidad educativa.
- *Alcance y contenido del currículo*: el currículo debe mantenerse actualizado a partir de los avances científicos y tecnológicos, de las demandas y expectativas de la sociedad y el mundo laboral.
- *Organización*: la organización del sistema educativo nacional regional y local tiene gran impacto en las oportunidades de los estudiantes para aprender ciencias.
- *Seguimiento y evaluación del currículo aplicado*: las pruebas externas deben implementarse para desarrollar, aplicar y evaluar el currículo, en este caso el de ciencias.
- *Materiales curriculares y respaldo*: deben diseñarse estrategias pedagógicas y didácticas que faciliten la ejecución del currículo pretendido.

2. Los Centros educativos:

- *Organización del Centro*: el tiempo asignado a la docencia y a las actividades directamente realizadas con los alumnos puede influir en el rendimiento.
- *Objetivos del Centro*: los Centros exitosos identifican y comunican objetivos ambiciosos y trabajan por cumplirlos, los objetivos están orientados a la formación, excelencia académica, crecimiento personal, autodisciplina y hábitos de trabajo.
- *Funciones del director de Centro*: el liderazgo es el elemento esencial que permitirá garantizar recursos para el funcionamiento del modelo de aprendizaje propuesto por la comunidad.
- *Recursos para apoyar el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias*: debe promoverse la asignación de recursos generales para los materiales de enseñanza y los recursos específicos que tienen que ver con la asignación de computadoras, software, laboratorios, recursos audiovisuales, entre otros.
- *Participación de los padres*: los Centros con alta participación de los padres son escuelas eficaces; es necesario el acompañamiento para verificar el cumplimiento de los deberes de los estudiantes y los padres deben vincularse a las actividades de apoyo y participación de los Centros.
- *Entorno escolar disciplinado*: el aprendizaje es más eficiente en los Centros donde existe disciplina; los estudiantes deberán tener rutinas en las que lleguen a tiempo a sus clases, no falten y no teman por el cuidado de sus objetos personales.

3. Los profesores y su preparación:

- *Preparación académica y autorización:* los métodos de autorización para ejercer como profesor varían mucho de un país a otro, generalmente hay cursos específicos, se deben aprobar exámenes y pasar un período de prueba. Se espera que los programas de formación de profesores se mantengan actualizados a partir de los avances de la ciencia y la tecnología. La colaboración entre universidades y el uso de estándares de competencias pueden contribuir a la formación de los profesores.
- *Contratación de profesores:* en el campo de las matemáticas y las ciencias los Centros buscan el máximo nivel de adaptación a los cambios de la educación moderna. Con el fin de lograr el compromiso con estos perfiles las instituciones deben ofrecer contratos estables, incentivos educativos y prestaciones para contar con los más aptos.
- *Asignación de profesores:* hay variación entre países en la contratación de especialistas en matemáticas y ciencias, ya que hay profesores que ejercen sin una formación específica para enseñar de manera eficaz.
- *Iniciación de profesores:* para muchos no es fácil ejercer como docente una vez se titulan en la universidad; en diversos países los profesores abandonan la profesión en poco tiempo, es importante establecer mecanismos de adaptación y trabajos en equipo entre los expertos y los docentes principiantes.
- *Experiencia de los profesores:* se sugiere que los estudiantes aprenden más cuando les enseñan profesores experimentados que docentes principiantes. Sin embargo no es clara la relación entre experiencia de los profesores y el rendimiento, allí influyen diversos factores.
- *Estilos didácticos:* es importante recoger información sobre el tiempo que emplean los docentes en clases magistrales, talleres y trabajos en pequeños grupos para determinar el enfoque pedagógico dominante. Los informes de TIMSS indican que la pizarra es el método de presentación más común.
- *Desarrollo profesional:* los profesores deben aprender a utilizar Internet y la computadora en el aula de clases, se deben socializar las prácticas de aula y generarse grupos de trabajo para evaluar las prácticas docentes.

4. Las actividades de aula y sus características:

- *Temas del currículo impartido:* TIMMS indaga sobre el cubrimiento de las temáticas evaluadas y cuántas clases se dedican al tema.



- *Tiempo*: un aspecto importante en el currículo es la descripción del tiempo dedicado a las ciencias en particular y su uso eficiente, evitando interrupciones, esa práctica se asocia a una enseñanza eficaz.
- *Deberes*: es importante asignar deberes a los estudiantes, ya que esto permite ampliar los conceptos desarrollados en clase.
- *Evaluaciones*: la evaluación debe ser permanente, en el proceso es necesario incluir pruebas normalizadas y objetivas, evaluar sobre los deberes, proyectos, discusiones en clase y observaciones de los estudiantes.
- *El clima de clase*: Lørsbac y Jinks (1999) señalan que las percepciones que tienen los estudiantes y los profesores del clima del aula influyen en los comportamientos y resultados de aprendizaje. La claridad organizativa de la clase y la interacción positiva entre estudiantes y el profesor son importantes en el clima del aula.
- *Nuevas tecnologías*: la informática ahorra tiempo y permite el acceso a nuevos conceptos y experiencias, los computadores motivan y pueden desencadenar nuevos aprendizajes. Se requiere el uso efectivo y eficiente de este recurso (eso depende del profesor y del centro educativo). La selección de un software adecuado es importante en este proceso, el estudiantes encuentra un escenario importante para articular el sistema simbólico y su lenguaje.
- *Uso de calculadoras*: la utilización de las calculadoras está inmersa en el currículo de las matemáticas. Son los especialistas quienes determinan cómo hacer mejor empleo de ellas.
- *Énfasis en las investigaciones*: las investigaciones son una parte integral del currículo de ciencias, su implementación varía mucho en los países y depende del profesor la realización de las mismas.
- *Tamaño de la clase*: el tamaño afecta la manera en que los profesores ejecutan el currículo. El tamaño se asocia a los recursos.

5. Los estudiantes:

- *Ambiente doméstico*: la actitud de los padres, número de libros, presencia de un ordenador, nivel educativo de los padres, disposición de una mesa de estudio son, entre otras, las variables más destacadas.
- *Experiencias anteriores*: las interacciones positivas o negativas influyen la disponibilidad para aprender.
- *Actitudes*: crear una actitud positiva hacia las ciencias es importante para la motivación y la elección profesional futura.

Las pruebas internacionales masivas a gran escala aplicadas por los organismos internacionales, OCDE y la IEA, cuya experiencia acumulada supera los cincuenta años, permite garantizar el cumplimiento de las características generales de un instrumento de evaluación, que son cuatro: validez, confiabilidad, practicidad y administrabilidad. Estas son consideradas como el insumo predilecto para el análisis de la evaluación externa internacional. Como se citó en Gamboa *et al.* (2010) un instrumento es válido cuando mide lo que se quiere evaluar con él, es decir, cumple con los siguientes parámetros de validez:

- *Validez de contenido* (contenidos significativos).
- *Validez predictiva* (diagnóstico de éxitos y dificultades).
- *Validez de convergencia* (remplazando con validez ya conocida).
- *Validez manifiesta* (la comunidad académica acepta).
- *Validez de significado* (programa-instrumentos-procesos).
- *Validez de retroacción* (verdadero sentido didáctico-proceso).

La sistematización rigurosa de los resultados de las pruebas masivas permite que los resultados sean importantes para analizar el sistema complejo que se teje alrededor del desempeño de los estudiantes y la calidad de los sistemas educativos. Los organismos internacionales analizan la pertinencia del currículo y se actualizan para medir las competencias del área.

A partir de la experiencia de evaluación los organismos internacionales vienen indagando a través de cuestionarios estandarizados acerca de la pertinencia del currículo, los recursos, la formación del profesorado y otros factores que se consideran asociados al desempeño de las áreas evaluadas, las cuales pueden emplearse en indagaciones nacionales para profundizar en el análisis de la evaluación externa en los contextos nacionales. Entretanto, en la determinación de factores coincidentes asociados al rendimiento en el área de ciencias, se indaga para establecer mecanismos de acción pertinentes que permitan alcanzar mejores resultados a nivel nacional e internacional y lograr una mejora en las propuestas curriculares del área.

La motivación

El impulso, las ganas de realizar una determinada actividad, el entusiasmo por alcanzar algo son términos que generalmente se asocian al concepto de motivación. Pues bien, ese incentivo, acicate o señuelo, surge en las personas de manera innata y también se genera a través de estímulos exteriores. En la evaluación externa del área de ciencias en la prueba PISA se estima la motivación extrínseca o externa y la intrínseca o innata a través de unos ítems, los cuales deben seleccionar los estudiantes



de acuerdo con sus preferencias, posteriormente se indaga a nivel nacional sobre la motivación para profundizar en esta variable compleja.

Para contextualizar sobre el tema es importante recordar que epistemológicamente el término motivación se deriva del verbo latino *movere* que significa “moverse”, “poner en movimiento” o “estar listo para la acción”. En el aprendizaje escolar, la motivación se asocia al incentivo para aprender. De manera innata hay alumnos que se interesan en las actividades de aula y existen profesores que tienen el propósito de impulsar a los participantes de su clase; es igualmente cierto que la motivación no es algo que venga dado, sino que se construye en las propias situaciones de enseñanza y de aprendizaje.

Solé (2001) refiere que no existe ninguna duda acerca de que los alumnos que no están motivados no aprenden. Sin embargo hay que tener en cuenta también que muchos de ellos no están motivados porque no aprenden. Por su parte, Palincsar y Brown (1984), afirman que para que el proceso educativo sea motivante es necesario pensar en el aprendizaje en términos de “reto abordable” y concebir al aprendiz como activo protagonista, más que “participante pasivo”, la idea es que se generen roles emotivos que influyan positivamente.

Huertas (2006) destaca que la motivación es un proceso psicológico que implica componentes cognitivos y afectivo-emocionales que determinan la planificación y actuación del sujeto, como se citó en (Díaz y Hernández, 2010, p. 58).

La motivación como proceso netamente humano para Díaz y Hernández (2010) está regulada por tres dimensiones o coordenadas:

Aproximación-evitación: en el terreno educativo el miedo al fracaso y la búsqueda del éxito consiste en los dos polos de un continuo de motivación hacia el logro.

Intrínseca (autorregulada)-extrínseca (regulada externamente): una acción puede surgir tanto de intereses y necesidades personales como de las demandas de la situación en la que nos encontramos o por factores impuestos por otro.

Profundo (implícito)-superficial (autoatribuido): predisponen hacia metas e interpretaciones generales y básicas; son el resultado de la internalización de las funciones y valores dominantes que rodean a la persona (por ejemplo el estudiar para un examen o realizar un trabajo escolar).

Para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje satisfactorio e integral es de vital importancia tanto la motivación interna, innata o biológica del alumnado, como la externa, social o aprendida, debido a que ambas se complementan y resultan relevantes en la obtención de resultados educativos óptimos.

Tallón (2005) se refiere a la motivación social como aquella que los alumnos suelen interiorizar y exteriorizar mediante la observación directa y constante y la

imitación de modelos de referencia, siendo los más influyentes los que se encuentran más cercanos sobre ellos. En el ámbito escolar los modelos de imitación son los profesores, el alumnado, las familias, los representantes legales y el personal de administración y servicios, es decir, la comunidad educativa; lo social fuera del aula corresponde al grupo de iguales y evidencia las características socio-culturales-familiares del contexto en que se encuentran inmersos los alumnos.

Claxton (1987) y Pozo (1996) han señalado que los motivos para aprender deben ser lo suficiente poderosos como para superar la inercia de no aprender, el aprendizaje siempre tiene un coste cognoscitivo y emocional para el alumno. Aprender significativamente implica recuperar, contrastar, cuestionar y modificar los esquemas de conocimiento en un proceso no exento de dificultades y que requiere dedicación y esfuerzo.

El deber aparece como elemento crucial en la motivación, se convierte en la relación e intercambio comunicativo a través del cual el profesor puede aparecer como una fuente de ayuda, se encuentran directa o indirectamente vinculados a las tareas que se abordan en el aula.

Favorecer la motivación autorregulada o intrínseca implica, de acuerdo con Solé (2009), que los estudiantes se centren en la tarea, actividad que se constituye en el foco prioritario de atención. Ello se consigue:

- Proporcionando explicaciones que permitan a los alumnos entender los objetivos de aprendizaje que se persiguen y brindándoles argumentos para que los consideren deseables para ellos mismos.
- Fomentando, siempre que sea posible, la autonomía de los aprendices con el fin de determinar objetivos de aprendizaje. Plantearles diversas opciones para llevar a cabo las tareas, facilitándoles criterios para valorar su propio trabajo.
- Centrando los esfuerzos de los alumnos en la resolución de la tarea y en los contenidos que implica, suministrándoles información relevante sobre los medios para lograrla; evidenciar los errores cometidos y trabajar de acuerdo a las estrategias adecuadas para solventarlos.
- Valorando los progresos del aprendizaje a lo largo del proceso, y no únicamente por los resultados obtenidos; evitar las comparaciones entre el alumnado.

Para Solé (2001) lo que ocurre no es que los alumnos no estén motivados en absoluto, lo que pasa, más bien, es que están motivados por otras cosas; los motivos que ellos tienen pueden ser muchos y muy diversos. Lo que llama la atención es lo siguiente:

Para un alumno el aprendizaje puede ser prioritariamente un medio para conseguir algún beneficio o para evitar determinada incomodidad. En este caso, el alumno se encuentra extrínsecamente motivado, y para él, hasta cierto punto es indiferente lo que



haya que aprender, lo que importa fundamentalmente son los resultados y sus consecuencias (el premio, el reconocimiento y la valoración (Solé, 2001, p. 32).

El clima en el aula es importante para emocionar positivamente a los alumnos, el profesor como fuente de ayuda es esencial para el aprendizaje. Wentzel (1997) considera las siguientes dimensiones como decisivas fuentes de ayuda que identifican los estudiantes en sus profesores:

- Interés y preocupación por la enseñanza: los alumnos perciben a sus profesores como personas interesadas en ayudarlos cuando aprecian que se esfuerzan por enseñarles, así como por sus intentos de hacer la clase atractiva.
- Estilo comunicativo: referido a la existencia de canales de comunicación fluidos y recíprocos, más que al contenido mismo de la comunicación. Los alumnos consideran que sus profesores les ayudan cuando los tienen en cuenta, hablan con ellos, los escuchan y les prestan atención.
- Trato justo y respetuoso: se refiere a la amabilidad y honestidad que refleja la actuación del profesor. Los alumnos la perciben a través de la confianza que se les muestra, por el hecho de que se les diga la verdad y por la dedicación que ponen los profesores en justificar las decisiones que toman, sin recurrir a arbitrariedades.
- Expectativas basadas en el alumno como persona: se considera al alumno como un individuo particular y a quien se le debe mostrar cierto interés por sus experiencias y vivencias extra académicas. Para los estudiantes es importante que los profesores se interesen por sus problemas y puedan hablar acerca de ellos. Esto evidencia la importancia de la dimensión orientadora del docente.
- Expectativas basadas en el alumno como aprendiz: se considera al alumno como una persona que posee sus propias estrategias y competencias, que aporta al grupo y que eventualmente puede tener problemas o dificultades. Los estudiantes perciben al profesor como una ayuda en esta dimensión cuando se ofrece para colaborarles, en la medida en que se dé atención a sus necesidades y al tomarse el tiempo necesario para asegurarse que han entendido.
- Valoración del trabajo realizado por los alumnos: los aprendices valoran que los profesores se fijen en su trabajo, se les reconozca cuando lo han realizado adecuadamente y que se les elogie.

La explicación sobre lo que genera el comportamiento y el éxito escolar en términos de motivación ha sido estudiada desde diferentes teorías psicológicas, que se describen en la tabla 1.57.

Favorecer la motivación de los estudiantes requiere un ambiente de aprendizaje en el cual se cultive la cooperación por encima de la competencia, en el que sea normal pedir y ofrecer ayuda y exista la posibilidad de equivocarse y aprender de los propios errores. La comunicación fluida y respetuosa y el trato justo y personalizado es compatible con una moderada exigencia, lo que se traduce en confianza mutua con el profesor y las posibilidades de sus alumnos.

Tabla 1.57. Enfoques teóricos que explican la motivación escolar.

Motivación escolar			
Enfoques o teorías psicológicas			
Conductista <i>Skinner</i> <i>Conducta aprendida</i>	Humanista <i>Maslow</i> <i>Rogers</i> <i>Persona total integra</i>	Cognoscitivista <i>Weiner</i> <i>Búsqueda de significado "sentido de satisfacción"</i>	Sociocultural <i>Vigotsky</i> <i>Cultura</i>
Énfasis en			
Eventos del entorno y consecuencias de la conducta.	Necesidades de realización personal, autodeterminación y autoestima.	Papel activo del aprendiz en el inicio y regulación de su comportamiento, mediado por sus representaciones.	Internalización de sistemas de origen histórico-cultural
Se fomenta			
Motivación extrínseca.	Motivación extrínseca.	Motivación extrínseca.	Desarrollo de la agencia y autorregulación.
Mediante			
Reforzamiento, sistemas de recompensas, incentivos y castigos.	Programas de desarrollo humano, autoconocimiento, fomento de la autoestima.	Manejo de expectativas, metas y atribuciones, habilidades de autorregulación y diseño instruccional.	Mediación instrumental, o semiótica en patrones y sistemas motivacionales.

Fuente: elaboración a partir de Barriga y Hernández (2010).

Para concretar, Pintrich (2003) habla de varias razones de la motivación de los estudiantes en la clase y presenta principios de diseño como recomendaciones para los profesores, acción descrita en la tabla 1.58, como se citó en (Garritz, 2009, p. 214).

Para la autora la motivación hace parte del ambiente de aprendizaje en el cual se pretende construir conocimiento en el área particular de ciencias, las herramientas Web 2.0 y Web 3.0 se convierten en una oportunidad de aprendizaje porque son un mecanismo de motivación extrínseca de los jóvenes. Actualmente son una forma de encontrar un diálogo adecuado en correspondencia a la realidad de los alumnos, sin que deban excluirse de ella.



Los ambientes de aprendizaje deben entretener, finalmente, los siguientes factores para que sea efectivo su funcionamiento: la creatividad, motivación, estrategias pedagógico-didácticas, procesos cognitivos, autonomía, formación en valores y preparación profesional de los profesores expertos.

Los actores del proceso educativo en ambientes de aprendizaje adecuados lograrán construir conocimientos a través de la discusión y la confrontación de ideas entre pares. En el estudio a nivel nacional se indagará sobre las motivaciones extrínsecas más importantes que perciben los estudiantes colombianos y españoles en el área de ciencias naturales y ciencias de la naturaleza.

Tabla 1.58. *Principios que generan motivación en los estudiantes.*

Generalización motivacional	Principio de diseño
Motivan a los estudiantes la autoeficacia adaptativa y las creencias de motivación.	Dar una realimentación clara y precisa sobre competencias y auto-eficacia, enfocándose en el desarrollo de las competencias, la categoría de experto y las habilidades. Diseñar tareas que ofrezcan la oportunidad.
Motivan a los estudiantes las atribuciones adaptativas y las creencias de control.	Dar retroalimentación que haga hincapié en la naturaleza del proceso del aprendizaje, incluyendo la importancia del esfuerzo, estrategias y el auto-control potencial del aprendizaje. Proveer oportunidades de ejercitar la elección y el control. Construir relaciones afectuosas y de apoyo en la comunidad de aprendices del salón.
Motivan a los estudiantes los altos niveles de interés y motivación intrínseca.	Poner tarea, actividades y materiales estimulantes e interesantes, incluyendo algunas novedades y variedad en ellas. Dar tareas y material con contenido que sea personalmente significativo e interesante para los alumnos. Desplegar y modelar interés e involucramiento en el contenido y las actividades.
Motivan a los estudiantes los altos niveles de valores.	Poner tareas, actividades y materiales que sean relevantes y útiles para los estudiantes, permitiendo algo de la identificación personal con la escuela. El discurso de la clase debe enfocarse en la importancia y utilidad de los contenidos y las actividades.
La metas motivan y dirigen a los estudiantes.	Usar estructuras organizacionales y de dirección que fomenten la responsabilidad personal y social y proporcionen un ambiente sano, confortable y predecible. Usar grupos cooperativos y colaborativos para propiciar oportunidades de alcanzar metas académicas y sociales. El discurso de la clase debe enfocarse en el dominio, aprendizaje y entendimiento del curso y del contenido de clase. Utilizar estructuras de tareas, reconocimientos y evaluación que promuevan estándares de dominio, aprendizaje, esfuerzo, progreso y auto-mejora y menos dependencia en estándares relativos a la comparación social o de normas de referencias.

Fuente: elaboración a partir de Garritz (2009).

Factores asociados al desempeño en el área

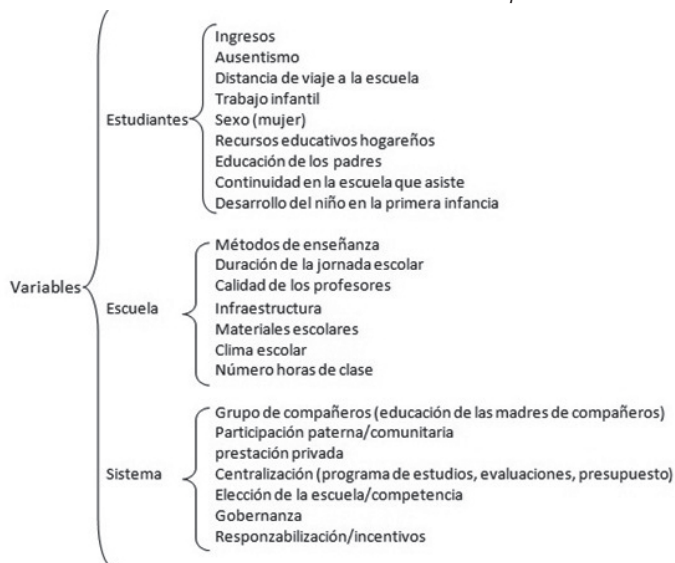
Es relevante conocer los factores asociados al desempeño que reportan los organismos internacionales y nacionales con respecto a la práctica de los estudiantes para enriquecer la discusión y comparación entre España y Colombia. Se tomarán como referentes nacionales los informes emitidos por el Ministerio de Evaluación y Calidad de la Enseñanza (Inecse) y los informes elaborados por el Icfes, el referente internacional será el Banco Mundial a través de los informes sobre la calidad de la Educación.

De acuerdo con el análisis sobre la calidad de la educación realizada por el Banco Mundial (2009), se reportan y evalúan las variables descritas en la figura 1.41 y su incidencia en el desempeño de los estudiantes a nivel Colombia y a nivel internacional. Tienen efecto positivo las variables ingresos, educación de los padres y el desarrollo de la primera infancia en el factor estudiante para el contexto nacional e internacional a partir de la bibliografía.

Estudios internacionales demuestran que la variable sexo (mujer) afecta el rendimiento de los estudiantes positivamente para el área de lectura y no incide en los resultados de las pruebas de matemáticas. La incidencia de la diferencia de género en los desempeños en ciencia lo reporta el Icfes (2010) como un factor que en la mayoría de los países participantes en PISA 2006 no representa diferencias significativas pero que para Colombia la diferencia corresponde a 21 puntos entre niños (413 puntos) y niñas (392 puntos).

En el nivel estudiante las variables ausentismo, distancia de viaje a la escuela y el trabajo infantil, de acuerdo con la bibliografía colombiana, afectan el desempeño de los estudiantes.

Figura 1.41. Resumen de variables incidentes en el desempeño de los estudiantes.



Fuente: elaboración a partir de los estudios de la calidad de la educación del Banco Mundial (2009)



El Banco Mundial (2009) reporta que a nivel de la escuela la calidad de los profesores, infraestructura, materiales académicos y duración del día escolar repercuten positivamente sobre el aprendizaje. Desde un punto de vista institucional las escuelas privadas y en concesión superan en rendimiento a los centros públicos; lo que algunos estudios atribuyen a las diferencias, tanto en la autonomía como en los incentivos.

Maestro (2006) reporta que cuando es mayor el nivel cultural y de estudios de los padres, los hijos obtienen mejores resultados; es particularmente influyente el nivel de estudios de la madre, incide tanto que la puntuación tuvo una variación en PISA 2003 de 471 para los estudiantes de madres que terminaron estudios obligatorios a 532 para los estudiantes cuyas madres tienen formación universitaria.

El Icfes, con base en los resultados de TIMSS 2007, reporta que el nivel educativo de los padres está asociado positivamente a los resultados de los estudiantes, tanto en matemáticas como en ciencias. En el caso de Colombia el promedio en ciencias de los estudiantes de octavo grado, cuyos padres no han completado la básica secundaria es de 394, mientras que el de los alumnos cuyos papás culminaron la educación superior es de 455. En matemáticas estos promedios son 355 y 416 respectivamente.

Hanushek y Woessemann (2007), a través de un meta-análisis con datos de varios años de evaluaciones múltiples como TIMSS, PISA y PIRLS reportan que:

- La calidad de los profesores es un ingrediente fundamental para el desempeño de los estudiantes.
- La educación de los profesores se relaciona con el desempeño de los estudiantes.
- Las políticas sencillas de recursos, como la reducción del tamaño de las clases, el aumento de los sueldos de los profesores, la ampliación en el gasto de la escuela, tienen un pequeño impacto vinculado al desempeño de los estudiantes.
- Las diferencias internacionales en el desempeño se deben principalmente a las diferencias de las instituciones educativas. Citado en (Banco Mundial, 2009, p. 116).

El número de libros disponibles es un factor influyente en el éxito escolar, Maestro (2006) señala que la puntuación para estudiantes que no tienen libros en casa correspondió en 2003 a 402 y los que tienen más de 500 libros obtuvieron un puntaje de 534. Otros aspectos importantes incidentes en el desempeño en el PISA son la influencia en los adolescentes del nivel de exigencia, el apoyo de los padres, la valoración que la familia le otorga al trabajo escolar de los alumnos y la repetición de curso; se conoce que los estudiantes de Finlandia o Polonia no refieren este hecho como usual y que obtienen muy buenos resultados.

Un aspecto crítico de las evaluaciones masivas estriba en la dificultad de evaluar el conocimiento científico mediante pruebas de lápiz y papel (Psalidas, Apostolopoulos y Hatzinikita, 2008). Estos estudios encontraron que había una fuerte disparidad entre el tipo de tareas que plantea PISA y los libros de texto usados en los centros educativos, lo que en parte explicaría los bajos rendimientos obtenidos en las pruebas.

Otros aspectos estudiados son la naturaleza privada y pública de las instituciones educativas; así las escuelas privadas se desempeñan mejor que las públicas, de la misma manera que las escuelas ubicadas en zonas urbanas en relación con las rurales.

El uso de datos de logro para evaluar a los profesores y a los directores escolares fue la única variable institucional; de los factores estudiados se indicó una correlación positiva, aunque moderada, con respecto al alcance del logro.

Estudios previos demuestran que en las variables institucionales presentes las escuelas compiten por los estudiantes, determinan su pedagogía y están autorizadas para despedir a los profesores, no muestran ninguna correlación significativa con el logro escolar.

La OCDE, en su informe PISA 2006 “Competencias científicas para el mundo del mañana”, señala que la motivación e implicación a menudo se consideran importantes impulsoras del aprendizaje. Los sistemas educativos deben garantizar que los alumnos sientan interés y motivación por seguir aprendiendo; el provecho y disfrute se constituyen en la motivación intrínseca y afecta el aprendizaje y la comprensión de las ciencias.

En muchos países el alto rendimiento y la motivación para aprender ciencia orientada al futuro está fuertemente asociada con el buen rendimiento en ciencias. La relación más fuerte entre la motivación de los alumnos para seguir con las ciencias en el futuro y el rendimiento se encuentra en Finlandia, Islandia y Australia (OCDE, 2008, p. 157).

Con respecto al gasto educativo Maestro (2006) señala que PISA demuestra la influencia del gasto en educación en los resultados de los alumnos, haciendo la siguiente salvedad, “no siempre los países que más invierten en educación obtienen los mejores resultados pero los que menos invierten obtienen sistemáticamente los peores” (p. 329).

La motivación que se analiza en este estudio es la estimada en la prueba PISA 2006 a través de la selección múltiple, la cual se agrupó indicando un nivel alto o bajo de acuerdo con las descripciones correspondientes al área de ciencias. La motivación es un elemento importante que se ha estudiado ampliamente como factor asociado al desempeño de los estudiantes, en el cual inciden factores internos y externos. Será importante continuar el proceso investigativo en esta área para determinar cómo incidir en los estudiantes positivamente dentro y fuera del aula y con el



objetivo de incrementar el interés por área de ciencias que sin lugar a dudas contribuye al conocimiento y comprensión del entorno de manera integral.

Continuaremos en nuestro proceso investigativo con un proyecto que pretende determinar los factores asociados al desempeño en el área de ciencias para los estudiantes colombianos y españoles con el fin de poder a su vez corroborar la influencia de los factores, a nivel de la escuela, con los items reportados por los organismos internacionales, particularmente los que señala el Banco Mundial (2009) como componentes que inciden positivamente en el aprendizaje, conociendo más de cerca las realidades educativas colombiana y española en el área de ciencias.

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Delimitación del tema y formulación del problema a investigar

La evaluación es una referencia de información relevante para las instituciones de educación a nivel nacional e internacional; la evaluación es una fuente de conocimiento. El objetivo de la misma es fundamentar la toma de decisiones en torno a los programas, actores, instituciones o sistemas que van a ser evaluados; la evaluación se beneficia del patrimonio acumulado por la investigación. La acción de evaluar aporta información determinante sobre las necesidades del currículo, lo que es diferente al rol de la medición, que se encarga de la recolección de datos cuantitativos para emitir juicios. “Cuando usted mide no necesariamente está evaluando. Pero para realizar una buena evaluación el proceso de medición tiene que ser válido y confiable” (Ortiz, 1997, p. 357).

Actualmente la evaluación se considera como un elemento clave en los términos de normalización y acreditación, por tanto debe dar cuenta de los procesos de aprendizaje en todas las instancias, incluidas las de educación superior y docencia. De acuerdo con Fernández (2005) la evaluación, en la medida de su progreso, ha incursionado con gran fuerza en la gestión de los procesos que se deben cumplir para que los profesores enseñen lo que deben enseñar y los estudiantes aprendan lo que deben aprender.

Los requerimientos para la Universidad como institución, en este momento, hacen referencia a la internacionalización y la movilidad de sus docentes y estudiantes entre universidades y empresas a nivel nacional e internacional. En consecuencia las universidades deben conocer y apropiarse de los objetivos de los proyectos na-

cionales e internacionales que les permitan construir puentes de intercambio con la comunidad académica de América y Europa.

La cooperación internacional es la herramienta que permitirá el mejoramiento de la calidad superior a través de la creación de currículos pertinentes como factor de diferenciación y calidad institucional. La generación de redes capaces de estimular la innovación, reflexión y el intercambio mutuo se obtienen mediante el desarrollo de titulaciones fácilmente comparables y comprensibles. Determinar y analizar los factores que intervienen en el desempeño de los estudiantes en la evaluación externa es uno de los factores claves para conseguir una educación de calidad.

En el 2006, 57 países participaron en PISA, incluidos Colombia, Brasil, Argentina, México, Chile y Uruguay. La participación de Colombia fue la primera en su historia, el Banco Mundial (2009) lo visualiza como un compromiso del país en el mejoramiento de la calidad de su sistema educativo. PISA se centró en esa versión en la capacidad de los jóvenes para aplicar su conocimiento y las habilidades a problemas y situaciones de la vida real, antes de evaluar cuánto conocimiento poseen de los programas.

Así las cosas, y en concordancia con los planteamientos del Banco Mundial (2009) sobre la calidad de la educación y la formación en ciencias de una población específica, se abre la oportunidad a los individuos de intervenir en determinaciones políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología que los afectan directamente, este proceso conlleva al desarrollo científico y tecnológico que la humanidad requiere día a día para las naciones en general, es una de las necesidades apremiantes en el siglo XXI en el marco de la globalización, su calidad se visualiza en el rendimiento de los estudiantes en las pruebas internacionales y es allí donde surge el interrogante que se formula como problema de investigación; cómo optimizar el análisis de la información recolectada a través de la evaluación externa masiva e internacional para determinar cuáles son las pruebas representativas del área, qué evalúan y cómo se estima la competencia científica; el currículo logrado y la motivación como unos factores posibles causantes del bajo rendimiento de los estudiantes. La idea es establecer algunas de las necesidades del currículo a través de la información de los sistemas educativos colombiano y español en el área de ciencias, con la finalidad de plantear recomendaciones que le permita a los estudiantes alcanzar altos desempeños.

Formulación de la hipótesis de trabajo y de las variables implicadas

Hipótesis

Si existe una articulación del currículo pretendido y el currículo aplicado en los sistemas educativos colombiano y español en el área de ciencias, entonces el currículo logrado se evidenciará en los niveles altos de desempeño que los estudiantes obtienen en la evaluación externa internacional, a través de las pruebas masivas.



Si los estudiantes estiman en las pruebas masivas internacionales del área de ciencias la motivación a través de la selección de alternativas que corresponden a una alta incitación hacia las ciencias, entonces una alta estimación de la motivación incide en los niveles altos de desempeño alcanzados por los estudiantes en la evaluación planteada en las pruebas masivas.

Si el currículo pretendido en el área de ciencias no abarca los dominios conceptuales y cognitivos requeridos en las evaluaciones internacionales a través de las pruebas masivas a gran escala, entonces los estudiantes obtendrán niveles bajos en el desempeño del área.

Si los estudiantes no manifiestan una competencia científica adecuada, entonces los estudiantes obtendrán bajos niveles en el desempeño en las pruebas del área de ciencias.

Variables implicadas

Tabla 2.1. *Resumen sistema de variables.*

Tipo de variable (Smelse y Sartori)	Nombre	Categorías			Característica
Dependiente	Nivel de desempeño en las pruebas masivas internacionales de evaluación externa en el área de ciencias.	PISA 2006	PISA 2009	TIMSS 2007	Dimensión conocida
		6 Puntaje de corte = 707,9	6 Por encima de 708 puntos	Avanzado. 625 puntos	
		5 Puntaje de corte = 633,3	5 Entre 633 y 707 puntos	Alto. Entre 550 y 624	
		4 Puntaje de corte = 558,7	4 Entre 559 y 632 puntos	Medio. Entre 475 y 549	
		3 Puntaje de corte = 484,1	3 Entre 484 y 558 puntos		
		2 Puntaje de corte = 409,5	2 Entre 409 y 483 puntos	Bajo. Entre 400 y 474	
		1 Puntaje de corte = 334,9	1 Entre 335 y 408 puntos	Inferior. 399 puntos o menos	

Independiente	• Currículo en ciencias. • La motivación de los estudiantes hacia las ciencias. • Competencia científica.	Dimensión disciplinar Dimensión pedagógica Dimensión evaluativa	Dimensión buscada
		Interés general en ciencias Disfrute en ciencias Motivación instrumental en ciencias Motivación para aprender ciencias orientadas al futuro	
		Identificar cuestiones científicas Explicar fenómenos de manera científica Utilizar pruebas científicas Conocimiento de las ciencias Conocimiento sobre las ciencias	
De control	Evaluaciones internacionales en el área	TIMSS 2007 PISA 2006-2009	No son factores causales

Fuente: diseñada a partir de los planteamientos de Smelser (1976), Sartori (1994)

Sistema de variables

Variable = currículo

La variable currículo se discrimina de la siguiente manera:

- *Currículo pretendido*: dimensión disciplinar que corresponde a la definición de dominios conceptuales, en el caso particular de los dominios trabajados por el área de ciencias para Colombia y España se reconoce el objeto de enseñanza que proviene de una disciplina académica.
- *Currículo aplicado*: dimensión pedagógica que corresponde a la pregunta por el cómo se organizan los contenidos disciplinares y qué educación se pretende en la formación del área de ciencias para los estudiantes colombianos y españoles.
- *Currículo logrado*: dimensión evaluativa que corresponde a la definición de lo que se espera haya aprendido el estudiante en el área de ciencias; se analizan los niveles de desempeño que obtienen los estudiantes colombianos y españoles en la prueba TIMSS 2007. El currículo logrado es la evidencia de la articulación adecuada entre el currículo pretendido y aplicado y corresponde a los niveles de desempeño que obtienen los estudiantes en las pruebas masivas o a gran escala de evaluación externa internacional en el área de ciencias.



Variable = motivación

La variable motivación se discrimina de la siguiente forma:

- Los estudiantes estiman el *interés general por las ciencias* seleccionando una de las ocho alternativas:
 - a. Biología humana.
 - b. Temas de astronomía.
 - c. Temas de química.
 - d. Temas de física.
 - e. Temas sobre biología de plantas.
 - f. Cómo diseñan los científicos sus experiencias.
 - g. Temas de geología.
 - h. Requisitos de las explicaciones científicas.

El porcentaje promedio de las selecciones de los estudiantes es el valor a comparar entre colombianos y españoles.

- El índice de disfrute de las ciencias se calcula mediante la estimación que dentro de la prueba PISA los estudiantes seleccionan, a través de cinco opciones:
 - a. Disfruto adquiriendo nuevos conocimientos de ciencia.
 - b. Generalmente me divierto cuando aprendo temas de ciencias.
 - c. Me interesa aprender ciencias.
 - d. Me gusta leer sobre ciencias.
 - e. Me siento a gusto haciendo problemas de ciencias.

El porcentaje promedio de las selecciones de los estudiantes es el valor a comparar entre colombianos y españoles.

- El índice *interés por aprender temas de ciencias* se calcula a partir de la estimación por la preferencia que manifiestan los estudiantes colombianos y españoles, porcentualmente, con respecto a un interés elevado o medio por los temas de lluvia ácida y cultivos genéticamente modificados. El porcentaje promedio de las selecciones de los estudiantes es el valor a comparar entre colombianos y españoles y se establece a través de la selección sobre los intereses puntuales descritos para lluvia ácida y cultivos genéticamente modificados, que se presentan a continuación:

Lluvia acida

- a. Conocer qué actividades humanas contribuyen más a la lluvia acida.
- b. Aprender sobre las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan lluvias ácidas.
- c. Comprender los métodos utilizados para reparar los edificios dañados por la lluvia ácida.

Cultivos genéticamente modificados

- a. Aprender acerca de los procesos mediante los cuales se modifican genéticamente las plantas.
- b. Aprender por qué algunas plantas no se ven afectadas por los herbicidas.
- c. Comprender mejor la diferencia entre los cruces y la modificación genética de las plantas.

La *motivación extrínseca o externa* se estimó en la prueba PISA 2006 seleccionando cinco alternativas para determinar el índice de *motivación fundamental* para aprender ciencias:

- a. Estudio ciencias en el colegio porque sé que son útiles para mí.
- b. Esforzarme en las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena porque me ayudará en el trabajo que quiero hacer más adelante.
- c. Estudiar las asignaturas de ciencia del colegio es gratificante para mí porque lo aprendido mejorará mis perspectivas profesionales.
- d. Aprenderé muchas cosas en las asignaturas de ciencias del colegio que me ayudarán a conseguir trabajo.
- e. Lo que aprendo en las asignaturas de ciencias del colegio es importante para mí porque lo necesito para lo que quiero estudiar más adelante.

Con respecto a la *motivación para aprender ciencias orientadas al futuro* las opciones a seleccionar fueron:

- a. Me gustaría trabajar en una profesión relacionada con las ciencias.
- b. Me gustaría estudiar ciencias después de los estudios de secundaria.
- c. Me gustaría trabajar de adulto en proyectos de ciencias.
- d. Me gustaría dedicar mi vida a las ciencias avanzadas.

Variable = competencias científicas

La competencia científica a nivel internacional se discrimina, así como la capacidad para:



- Identificar cuestiones científicas.
- Explicar fenómenos de manera científica.
- Utilizar pruebas científicas.

Estas implican conocimientos sobre el mundo natural y la tecnología, que PISA las define como *conocimiento de las ciencias* y lo que se sabe sobre las ciencias propiamente dichas, lo que corresponde al *conocimiento sobre las ciencias* que, conjugado con las actitudes, es decir el interés, apoyo a la investigación científica y la responsabilidad con respecto a las situaciones que involucran ciencia y tecnología, posibilitan que las personas puedan resolver situaciones en un contexto determinado.

Variable = nivel de desempeño en la evaluación externa en el área de ciencias

- La variable nivel de desempeño en la prueba de ciencias TIMSS 2007 se discrimina de acuerdo con la descripción de la tabla 2.2 (se compara solamente el grado octavo, ya que los estudiantes de cuarto nivel en España no participaron).

Tabla 2.2. Niveles de desempeño en la prueba de ciencias TIMSS 2007.

Nivel de desempeño	Octavo grado
Avanzado (625 puntos o más)	Demuestran conocimientos complejos y abstractos en biología, química, física y ciencias de la Tierra.
Alto (entre 550 y 624 puntos)	Demuestran comprensión conceptual sobre algunos ciclos, sistemas y principios científicos.
Medio (entre 475 y 549 puntos)	Reconocen y comunican conocimiento científico básico en un conjunto de tópicos.
Bajo (entre 400 y 474 puntos)	Reconocen algunos hechos sobre las ciencias físicas y de la vida.
Inferior (399 o menos)	Muestran un conocimiento de las ciencias inferior al mínimo que permite describir la prueba TIMSS 2007.

Fuente: adaptado a partir de la información suministrada en ¿Qué saben y saben hacer los estudiantes en cada nivel?, tomado del informe Icfes (2010). Resultados de Colombia en TIMSS 2007

La variable nivel de desempeño en la prueba de ciencias PISA 2006 se discrimina de acuerdo con lo especificado en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Niveles de desempeño o competencia en la prueba de ciencias PISA.

Segmentos de competencia	PISA 2006
Nivel 1 2006. Puntaje de corte = 334,9. 2009. Entre 335 y 408 puntos.	Tiene un conocimiento científico tan limitado que solamente lo puede aplicar a pocas situaciones conocidas. Da explicaciones científicas obvias y parte de evidencias explícitas.
Nivel 2 2006. Puntaje de corte = 409,5. 2009. Entre 409 y 483 puntos.	Tiene un conocimiento científico adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conoce o para sacar conclusiones basadas en investigaciones sencillas. Razona directamente e interpreta lateralmente los resultados de una investigación científica o la resolución de un problema tecnológico.
Nivel 3 2006. Puntaje de corte = 484,1. 2009. Entre 484 y 558.	Identifica claramente los problemas científicos descritos en diversos contextos. Selecciona hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación. Interpreta y utiliza conceptos de distintas disciplinas y los aplica directamente. Desarrolla breves comunicados haciendo referencia a hechos y toma decisiones basadas en el conocimiento científico.
Nivel 4 2006. Puntaje de corte = 558,7. 2009. Entre 559 y 632 puntos.	Trabaja con eficacia en situaciones y problemas que involucran fenómenos explícitos requeridos para hacer deducciones sobre el papel de la ciencia y la tecnología. Selecciona e integra explicaciones de diferentes disciplinas de la ciencia o la tecnología y las vincula directamente con aspectos de la vida cotidiana. Reflexiona sobre sus acciones y comunica sus decisiones utilizando el conocimiento y la evidencia científica.
Nivel 5 2006. Puntaje de corte = 633,3. 2009. Entre 633 y 707 puntos.	Identifica los componentes científicos en situaciones complejas de la vida y aplica tanto los conceptos científicos como el conocimiento de la ciencia a dichas situaciones. Compara, selecciona y evalúa la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida. Tiene capacidades de investigación bien desarrolladas, vincula el conocimiento adecuadamente y emite juicios críticos sobre sus percepciones. Construye explicaciones basadas en la evidencia y expresa argumentos basados en su análisis crítico.



Nivel 6 2006 Puntaje de corte = 707,9. 2009 Por encima de 708 puntos.	Identifica, explica y aplica de manera consistente el conocimiento científico y el conocimiento sobre la ciencia en una variedad de circunstancias complejas de la vida. Relaciona diferentes fuentes de información y explicaciones y utiliza la evidencia de estas fuentes para justificar la toma de decisiones. Demuestra clara y consistentemente un pensamiento y razonamiento científico avanzado y expresa la voluntad de utilizar su entendimiento científico en la búsqueda de soluciones a problemas científicos y tecnológicos poco comunes para él. Utiliza el conocimiento científico y desarrolla argumentos a favor de recomendaciones y decisiones para resolver situaciones personales, sociales y globales.

Fuente: elaborada conforme a los informes nacionales e internacionales del PISA 2006-2009

Objetivos del proyecto

Objetivo general

Caracterizar las pruebas internacionales masivas a gran escala, PISA 2006-2009 y TIMSS 2007, como las pruebas de evaluación externa representativas en el área de ciencias, determinando la incidencia del currículo logrado, la competencia científica y la motivación estimada en el desempeño de los estudiantes colombianos y españoles a través de la comparación.

Objetivos específicos

- Comparar el rendimiento promedio entre los estudiantes colombianos y españoles en las pruebas PISA 2006-2009 y entre los estudiantes colombianos y los de País Vasco (España) en TIMSS 2007.
- Determinar si la proporción de estudiantes con alta motivación por las ciencias es igual para los estudiantes colombianos y españoles según la prueba PISA 2006.
- Describir el sistema educativo español y colombiano visibilizando concordancias y diferencias.
- Establecer semejanzas y diferencias en el currículo español y colombiano en el área de ciencias.
- Analizar los resultados de Colombia y España en las pruebas internacionales PISA y TIMSS estableciendo posibles causas del bajo desempeño.

- Analizar los factores asociados al desempeño en el área de ciencias reportados por los organismos internacionales para la organización de las explicaciones.

Método de investigación

La comparación

Para conocer los sistemas educativos colombianos y español, la evaluación externa internacional en el área de ciencias y el desempeño de los estudiantes en las pruebas masivas internacionales a gran escala, se considera pertinente utilizar el método comparado. De acuerdo con Lijphart (1971), Collier, Sartori y Bartolini (1994), en una comparación, específicamente en un estudio comparado, se deben definir claramente tres dimensiones que corresponden a tres decisiones concretas del investigador: la dimensión longitudinal, que corresponde al tiempo y la dimensión horizontal, que concierne al espacio, la tercera decisión del investigador recae en las variables a considerar que, junto con el aparato teórico conceptual que debe estar bien articulado y apoyado en investigaciones precedentes, se convierte en la dimensión teórica, como se representa en la Figura 2.1.

Figura 2.1. Dimensiones para la comparación.



Fuente: elaboración a partir de Sartori y Morlino (1994)



Bartolini (1994) sugiere que la configuración de la comparación debe organizarse a través de una matriz de datos utilizados para especificar con mayor rigor las dimensiones temporal y espacial elegidas como las propiedades y variables sobre las que se realiza el acto comparativo.

Con referencia a la teoría sobre la comparación las dimensiones para este estudio en particular se trazan en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Dimensiones de la comparación objeto de estudio.

Estudio: análisis de la evaluación externa. Pruebas masivas internacionales		
Dimensión	Corresponde a	Se definen en este estudio como
Longitudinal o temporal.	El tiempo.	2006-2007-2009
Horizontal o espacial.	El espacio.	España y Colombia
Dimensión teórica.	Marco teórico: Las variables. Estudios precedentes.	Sistema educativo colombiano y español: Currículo en ciencias. Motivación de los estudiantes hacia las ciencias. Competencia científica. Banco Mundial, TIMSS, PISA, MEN, Icfes, Eurydice, Unesco, INEE.

Fuente: elaboración con respecto a la planeación y ejecución del proyecto

Comparar implica pensar y delimitar, de acuerdo con las características, propiedades, atributos o cualidades, lo que se puede confrontar y no confrontar; implica asimilar y diferenciar los límites del proceso. En esta actividad se deben definir los atributos compartidos (similares) y atributos no compartidos (no comparables).

Conforme a lo anterior se tiene que, en el análisis de la evaluación realizada para las pruebas internacionales masivas a gran escala TIMSS 2007, PISA 2006 y PISA 2009 y la comparación del rendimiento de los estudiantes colombianos y españoles, se centrarán en la prueba PISA 2006 competencias científicas para el mundo del mañana. Así y tras ser la prueba destacada en el área específica para ciencias y tener una muestra representativa de estudiantes que han cursado 8 años de escolaridad y que en promedio tienen 14 años para España y Colombia, los énfasis en la prueba PISA son rotativos para cada una de las temáticas que se analizan en el contexto internacional. Para el año 2000 la prueba fue específica para lectura, en el año 2003 el énfasis fue en matemáticas y en 2006 su enfoque es en ciencias, es decir que para 2015 la prueba PISA será con énfasis en ciencias y podrá realizarse un exhaustivo análisis de los avances o retrocesos de los sistemas a partir de los niveles de desempeño.

En PISA 2009 se compararán los desempeños de los estudiantes colombianos y españoles en el área de ciencias pero no se profundizará en la competencia científica y su evaluación porque el énfasis para 2009 fue de lectura.

En pertinencia a los datos de la prueba TIMSS 2007, que analiza la articulación del currículo, se harán comparaciones entre la muestra de estudiantes del País Vasco-Euskadi, en el que se hace referencia a España, aunque esta comunidad se congregue como autónoma. España incluye una muestra representativa, como todos los países participantes, articulada de manera global; las comunidades autónomas también pueden participar con una muestra característica de su población para analizar a profundidad su currículo aplicado; el pretendido muestral en España y en sus comunidades autónomas son regulados por los Reales Decretos del área de ciencias, entonces se comparará este aspecto del currículo.

Las estrategias comparativas, atendidas a través del proceso de analogías, similitudes o contrastes, se denomina *comparación pedagógica* y permite comprender lo desconocido. La comparación que resalta lo especial se reconoce como *comparación heurística* y cuando se establecen diferencias nos referimos a la *comparación sistemática*.

El método comparado

El método comparativo es un procedimiento de comparación sistemática de objetos de estudio que, por lo general, es aplicado con el fin de alcanzar generalizaciones empíricas y la aceptación o rechazo de hipótesis. De acuerdo con la tabla 2.1 para el presente estudio se definieron tres hipótesis que se evalúan a través de la comparación.

Arend Lijphart (1971) confrontó el método comparativo con tres métodos de las ciencias sociales: el experimento, método estadístico y estudio de caso en la variante cualitativa y describió las fortalezas, función y las debilidades del método comparativo sobre el método estadístico. Finalmente Lijphart establece que los dos métodos tienen una igualdad estructural y que las estrategias de investigación deben permitir una fluida transición al procedimiento estadístico generando una variante con valor agregado desde el punto de vista metodológico.

El método comparativo puede utilizarse de manera cualitativa o cuantitativa, esta decisión generalmente está dada por el número de casos, para un N pequeño lo más conveniente es el proceso cualitativo. En este estudio N es igual a 2 ($N=2$) por lo cual estamos frente a una comparación binaria en la cual se realizarán análisis de tipo cualitativo teniendo en cuenta la estadística descriptiva: se realiza la prueba T con un alfa del 5% para contrastar la hipótesis de igualdad entre medias del rendimiento de estudiantes españoles y colombianos en las pruebas masivas internacional de ciencias PISA 2006, 2009 y TIMSS y se construye un intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias entre estudiantes españoles y colombianos en las pruebas masivas internacional de ciencias PISA 2006, 2009 y TIMSS.



En concordancia con los argumentos de Ragin y Zaret (1983) que señalan que la comparación tiene dos formas principales de realización, la estadística y la histórica, las cuales son complementarias y dan mayor solidez al estudio realizado, se desarrolla un proceso científico o método científico soportado en la acción comparativa. Mediante la estructuración de un análisis fuertemente cualitativo, con el cual se buscan conocer los sistemas educativos, la evaluación externa del área y los desempeños de los estudiantes a través de las semejanzas y diferencias se resalta lo particular de los sistemas, lo que conlleva a una comparación heurística y sistemática.

Como lo señalaron Grosser (1973) y Lasswell (1968) la comparación es inherente a todo procedimiento científico; el método científico es inevitablemente comparativo, en ciencias sociales la acción comparativa es equivalente al método científico. La comparación representa la interpretación de hallazgos empíricos, se trata de valoraciones, preferencias y opciones que se sustentan por medio de la contrastación.

Con el fin de seguir argumentando la selección del método en este análisis, retomo lo expuesto por Morlino (1994) en lo referente a la importancia de la revisión teórica o el fundamento teórico, lo cual resulta esencial para orientar, excelentemente, la selección de la hipótesis y focalización de la investigación, de esta manera organizar el análisis de la información.

Por otra parte, de acuerdo con Panebianco (1994), los investigadores sociales puede ser catalogados como ideográficos cuando los objetos investigados son importantes por sí mismos, teóricos cuando el objeto es hacer progresar la teoría, en este caso la autora hace parte de los investigadores catalogados como comparatistas porque utiliza la teoría para analizar los casos, en esta oportunidad la evaluación externa en el área de ciencias a través de las pruebas masivas internacionales a gran escala. El objetivo es, en todos los casos, *explicar* específicamente el involucramiento de personas y sus desempeños; al no ser por sí mismo algo generalizable lo más conveniente es hablar de las tendencias o causas necesarias pero no suficientes.

Se establece en el ámbito investigativo que encontrar las causas se logra por consenso, a través de modelos; frente a lo social esto resulta difícil, por eso es importante tener en cuenta la afirmación de Mill (1843) de tiempo atrás, cuando afirmaba que un fenómeno social es el producto de una multiplicidad de causas (como se citó en Panebianco, 1994, p. 96). Por lo anterior el análisis comparado más conveniente en este estudio es el heurístico, enfocado en hallar debilidades y fortalezas de los sistemas. Se analizan los desempeños y se limita a través de las variables y su discriminación la influencia tentativa de la motivación, la competencia científica y el currículo, así como algunas de las causas o factores posibles asociados al desempeño de los estudiantes colombianos y españoles.

Teniendo en cuenta los argumentos de Panebianco (1994) lo más adecuado para el análisis propuesto es establecer un método comparativo bajo tradición weberiana cuya base es el análisis cualitativo, en contraste con la tradición durkheniana,

y como complemento hacer uso de la estadística descriptiva y cuantitativa cuando se requiera para fundamentar las conclusiones. La tradición durkheimiana (Emile Durkheim - el suicidio) consiste en la fundamentación de un modelo funcionalista de la explicación, sirve para el control de proposiciones símil-ley sobre regularidades que son patrimonio indispensable para alcanzar las explicaciones, lo cual no es pertinente para el fenómeno social estudiado que no se ajusta a ninguna ley.

Finalmente, elaborar una explicación adecuada significa individualizar, con el auxilio de generalizaciones, un conjunto de condiciones causales y reconstruir sus interacciones. De acuerdo con Elster (1989) el objetivo de la explicación es el de identificar mecanismos causales que se conoce con el nombre de la tesis, replanteada, weberiana que concibe la necesidad de integrar la explicación causal y la comprensión a través de la formulación de explicaciones mixtas, es decir, explicaciones intencionales de acciones individuales junto a explicaciones causales de interacción entre individuos. Hay que comprender por qué y para el alcance de qué objetivo los actores actúan como actúan; luego se debe explicar por qué actuando como actúan determinan ciertos resultados, se debe siempre desagregar la comparación y la explicación. Elster (1989) en su tesis concibe la explicación como identificación que combina intención y causalidad (como se citó en Panebianco, 1994, p. 98-99).

Las estrategias en el método comparativo

Para la explicación de un fenómeno como la evaluación externa en el área de ciencias la tarea requiere de la observación de las características de Colombia, su sistema de evaluación, el currículo propuesto en el área, la motivación manifestada y las competencias científicas demostradas en las pruebas masivas internacionales, estos factores son vistos como unidades de análisis para determinar *posibles causas del desempeño de los estudiantes* y a través de confrontaciones entre las mismas observaciones para España posibilitar que se definan las diferencias y que puedan agruparse como conjunto de causas.

La comparación histórica es hija de la tradición weberiana. El objetivo de la investigación es la explicación genética de las diversidades históricas. Se trata de una estrategia centrada sobre los casos en lugar de producir generalizaciones de amplio alcance y coherencia.

Las dos estrategias de comparación estadística y comparación histórica no se excluyen, por el contrario la disponibilidad de buenas comparaciones estadísticas es una condición que acrecienta las probabilidades de buenas comparaciones históricas (Panebianco, 1994, p.100).

Skocpol (1984) introduce el término de análisis histórico-comparado cuyo propósito es establecer asociaciones válidas de las posibles causas del fenómeno a estudiar de acuerdo a los cánones establecidos por Mill (1979), abordando diversas



concordancias y diferencias. A partir de estas apreciaciones el diseño que se implementa en el análisis histórico comparado entre estudiantes colombianos y españoles se describe en la tabla 2.5.

Tabla 2.5. *Diseño de investigación para el análisis histórico comparado.*

El método de las diferencias		
España	Colombia	Comparación entre sí (binaria)
<i>a</i>	<i>A</i>	<i>Semejanzas generales</i>
<i>b</i>	<i>B</i>	
<i>c</i>	<i>C</i>	
<i>x</i>	<i>no x</i>	<i>Diferencia crucial.</i>
<i>y</i>	<i>no y</i>	<i>Lo que desaparece es la causa de lo investigado.</i> <i>Fenómeno (bajo rendimiento en pruebas externas masivas o a gran escala).</i>

Fuente: elaboración a partir de la propuesta realizada por John Stuart Mill, adaptada de acuerdo a Bartolini (1994).
x = variables causales a analizar (competencia científica, currículo del área de ciencias y motivación) y = fenómeno a explicar

Tipo de investigación

Investigación cualitativa - Método comparativo

La situación de estudio corresponde al método cualitativo por la gran cantidad de variables que pueden intervenir en el proceso de evaluación y, aún más, en el desempeño de los estudiantes en un área del saber y un número pequeño de casos, $N=2$.

Las funciones que los comparatistas dan al método comparativo son bastante controvertidas, de acuerdo con Nohlen (2006), y se denominan a groso modo: heurísticas, empírico-generalizadoras, empírico cuantificadoras y comprobadoras de hipótesis. Se busca la generalización, ya sea a través de una constatación empírica o de una vinculación de hallazgos empíricos con leyes, un proceso de medición de variables mediante la corroboración o refutación de teorías.

La función que más se ajusta a este estudio es la heurística, la cual permite un entendimiento más profundo en la complejidad del objeto de estudio y permite ver de manera más clara la especificidad de cada caso. Posibilita además la formulación de hipótesis muy específicas de acuerdo a las particularidades del caso individual.

Las funciones no se excluyen entre sí y no hay que descartar aplicaciones multifuncionales. Empero, para este caso particular la base de la función del estudio comparativo es heurística, obteniendo el número de casos y la relación de variables contextuales y variables operativas, es decir, las estudiadas.

El presente es un estudio binario con diversos elementos cualitativos de análisis, el ámbito del objeto es la evaluación externa en el área de ciencias, el contexto de las variables examinadas es heterogéneo y se empleará la comparación de equivalencias funcionales con respecto al tiempo; lo más conveniente es la comparación diferida en el tiempo, combinando comparación diacrónica y sincrónica. De acuerdo con Sartori (1994) y Nohlen (2006) el número de casos para esta práctica en la actualidad es reducido en su mayoría binaria, el espacio de comparación es mundial.

Es probable que surjan variables emergentes en el análisis de la información que permitan determinar claramente las causas del bajo rendimiento de los estudiantes colombianos y españoles, lo que se reflejará en el análisis de la información.

Teniendo en cuenta los cuatro criterios nombrados y la información correspondiente a la metodología a implementar en este estudio comparado, se observa en la tabla 2.6:

Tabla 2.6. Metodología a implementar en el estudio comparativo.

Análisis de la evaluación externa en el área de ciencias: estudio comparativo entre España y Colombia			
Espacio	Tiempo	Número de casos	Variables contextuales
Mundial	Diacrónico-sincrónico (diferida en el tiempo)	Bajo-dos (binaria)	Heterogéneas. (No sujetas a investigación). Pruebas masivas en el área de ciencias TIMSS (2007) y PISA (2006-2009)

Fuente: esta investigación se realiza a partir de los planteamientos de Nohlen (2006)

Muestreo

Se seleccionó por muestreo no aleatorio, por conveniencia, los países Colombia y España para este estudio comparativo. Colombia es el país natal de la investigadora y España es el país donde cursa los estudios de doctorado en Innovación e Investigación en Didáctica.

Un estudio sobre dos países (binario) puede arrojar resultados más fructíferos que un análisis orientado por el ideal de la cuantificación estadística, que examina una gran cantidad o un número artificialmente aumentado de casos.

En la tabla 2.7 se discrimina la participación de estudiantes colombianos y españoles que presentaron las pruebas PISA 2006-2009 y estudiantes del País Vasco (España) en TIMSS 2007.



Tabla 2.7. *Número de participantes colombianos y españoles en las pruebas masivas internacionales en el área de ciencias.*

Prueba masiva internacional en el área de ciencias	Colombia	País Vasco Euskadi (Subnacional)
TIMSS 2007	Octavo 4873	Octavo 2296
	Cuarto 4801	
PISA 2006	4478	20.000
PISA 2009	7921	26.000

Fuente: elaboración teniendo en cuenta los datos de OCDE

Justificación del diseño

Sartori (1994) señala que la comparación permite alcanzar resultados de gran relevancia cuando se pretende explicar un fenómeno determinado y permite responder a diversas cuestiones. La comparación genera la posibilidad de controlar la hipótesis formulada, comparar es el ejercicio básico de toda actividad cognoscitiva y es un proceso inconsciente. La comparación de acuerdo con Morlino (1994) permite hacer las preguntas más generales alrededor del tema de estudio.

De acuerdo con Lijphart (1971) existe en el estudio comparativo una escala de abstracción que tienen los siguientes aspectos que se consideran cruciales:

1. Clasificación: individualizar los casos comparables
 - a. Puesta conceptual que permite individualizar los casos comparables. Para Meyer (1989) en un estudio comparado se construye una teoría explicativa empíricamente falseable.
 - b. Prestar atención a los casos comparables.
2. Parametrización
 - a. Evaluar la incidencia de un factor dado sobre otro que queremos explicar.
 - b. Descartar hipótesis falsificadas por la comparación.

Las variables elegidas en un análisis comparativo se definen gracias a la clasificación, Bartolini (1994) sugiere emplear una matriz de datos con el fin de aclarar las dimensiones (espaciales y/o temporales) de variación, la identificación de unidades (ya sean espaciales o temporales) y de las propiedades, consideradas como las características de la estrategia de investigación que resultan de esa combinación.

Puede hablarse, como lo señala Sartori (1994), de comparación *sincrónica* o de comparación *diacrónica*, lo relevante en esta clasificación es la elección de un caso en un momento dado e incluir el análisis de diferentes momentos sucesivos o el mismo caso en momentos diferentes y sucesivos con el objetivo de ver la influencia de ciertos fenómenos acaecidos. Se incluyen las dos propuestas en este estudio porque se tendrá en cuenta el desempeño de los estudiantes colombianos y españoles en pruebas masivas realizadas en 2006, 2007 y 2009.

En una comparación el número de casos analizados determina la solidez y rigurosidad de las relaciones causales; estudiar la diversidad en el interior de aquellos fenómenos, en general similares, genera información relevante del evento estudiado. La comparación de dos casos, en especial de los muy diferentes entre sí, se definen como *comparación binaria*.

Lijphart y Collier (1971 y 1994) recomiendan reducir el número de variables a analizar y formular hipótesis fuertes con apoyo en las investigaciones previas con el fin de reducir los factores explicativos que son necesarios considerar y alcanzar con una mayor templanza o circunspección. Para Lijphart (1971) el análisis comparativo se debe orientar sobre las variables claves, en este caso el *currículo en ciencias y la motivación de los estudiantes hacia las ciencias*.

Se trata entonces de explicar la diversidad en términos de características o debilidades. El corazón del entramado comparativo para Sartori (1994) es el control de hipótesis. El procedimiento de control es el aspecto más importante y distintivo de la comparación, el objetivo general de la investigación entre países consiste en entender qué comparar y qué no requiere comparación.

La metodología de la comparación relaciona métodos experimentales y estadísticos, de acuerdo con Liphart (1971) el experimentador y el estadístico parangonan. La comparación, según Ragin y Zaret (1983), tiene dos formas principales de realización correspondientes a la estadística y la histórica, las cuales son complementarias y dan mayor solidez al estudio realizado.

Algunos autores como Fren dreis y Ragin (1983-1987) sostienen que el método estadístico está sobrevalorado y que el comparativo es superior al estadístico por muchas razones, sobre todo cuando hay muchas variables y un N pequeño. El método comparativo es obligado, ya que el tratamiento estadístico no se puede proponer (como se citó en Sartori, 1994, p. 35).

Collier (1994) afirma que someter a verificación las hipótesis contribuye al descubrimiento por vía inductiva de nuevas hipótesis y a la construcción de teorías dentro del método comparativo; en el sentido de la investigación con un número reducido de caso la verificación juega un papel muy importante, la aplicación de este tipo de análisis genera mejores resultados si se establece una conexión con otros métodos como la explicitación de los contextos, técnicas cuantitativas, explicaciones cualitativas y sistematización, entre otros.



Ámbito de validez de la investigación comparativa

La explicación verdadera, de acuerdo con Ragin y Zaret (1983), puede emerger solo de la comparación histórica en la cual el caso examinado sea confrontado sistemáticamente para identificar semejanzas y diferencias; una investigación no necesariamente requiere técnicas estadísticas en el tratamiento de los datos. Sin embargo en este estudio se analizan sistemáticamente las variables propuestas y los datos se tratan estadísticamente como proceso heurístico complementario para fundamentar las conclusiones de manera científica.

Se analiza el desempeño de los estudiantes colombianos y españoles en la evaluación externa del área de ciencias controlando las observaciones hacia la competencia científica demostrada, el currículo del área definido por los sistemas educativos involucrados y la motivación manifestada en las pruebas desde una comparación detallada de los sistemas y las variables discriminadas para establecer conclusiones, de esta manera, a parte de las descripciones cualitativas se realizan pruebas estadísticas.

Se realiza la prueba T con un alfa del 5% para contrastar la hipótesis de igualdad de medias del rendimiento de estudiantes españoles y colombianos en cada una de las pruebas masivas internacional de ciencias PISA 2006, 2009 y TIMSS y se construye un intervalo de confianza del 95% para la diferencia de estas medias.

Se realiza la prueba F con un alfa del 5% para contrastar la hipótesis para el cociente de varianzas del rendimiento de estudiantes españoles y colombianos en cada una de las pruebas masivas internacional de ciencias PISA 2006, 2009 y TIMSS y se construye un intervalo de confianza del 95% para el cociente de estas varianzas.

Se realiza la prueba de homogeneidad evaluada a través de la distribución chi-cuadrado aplicada a cada pregunta de la motivación intrínseca y extrínseca en la prueba PISA 2006.

RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Procedimientos

Para analizar la evaluación externa en el área de ciencias a través de la comparación es necesario construir un marco teórico sólido que permita conocer la historia de las evaluaciones masivas internacionales a gran escala PISA 2006-2009 y País Vasco (España) en TIMSS 2007, las cuales son la base para esta comparación binaria y a través de las que se determinará el efecto de la competencia científica demostrada y la motivación y currículo de ciencias como factores determinantes en el nivel de desempeño de los estudiantes colombianos y españoles.

Los procedimientos para recolectar la información necesaria para la comparación se concretizan así:

1. Delimitación de proyectos base para el análisis de la evaluación externa en el área de ciencias.
2. Caracterización de las pruebas empleadas en los proyectos PISA 2006-2009 y País Vasco (España) en TIMSS 2007.
 - ¿Qué se evalúa?
 - ¿Cómo se evalúa?
 - ¿Para qué se evalúa?
3. Análisis de los resultados de Colombia y España en las pruebas PISA 2006-2009 y País Vasco (España) en TIMSS 2007.
4. Comparación del rendimiento promedio entre estudiantes colombianos y españoles.

5. Determinación de la proporción de estudiantes con alta motivación por las ciencias en la prueba PISA 2006.
6. Análisis de los factores asociados al desempeño reportados por los organismos internacionales para PISA 2006-2009 y País Vasco (España) en TIMSS 2007.
7. Determinación de las semejanzas y diferencias en el currículo español y colombiano en el área de ciencias.

Análisis y discusión

Delimitación de proyectos base para el análisis de la evaluación externa en el área de ciencias

Se analizan los proyectos PISA y TIMSS como los proyectos internacionales insignia en las pruebas de evaluación en el área de ciencias, externas internacionales masivas a gran escala.

Caracterización de las pruebas empleadas en los proyectos PISA 2006-2009 y TIMSS 2007.

PISA define seis segmentos de competencia por niveles del 1 al 6, los cuales se describen a en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Niveles de competencia y características de los mismos definidos en el PISA.

Evaluación externa internacional en el área de ciencias PISA		
Segmentos de competencia	PISA 2006	PISA 2009
Nivel 1 2006. Puntaje de corte = 334,9. 2009. Entre 335 y 408 puntos.	• Tiene un conocimiento científico tan limitado que solamente lo puede aplicar a pocas situaciones conocidas. • Da explicaciones científicas obvias y parte de evidencias explícitas.	• Aplicar conocimiento científico limitado en situaciones familiares. • Dar explicaciones científicas elementales que provienen de evidencia explícita.
Nivel 2 2006. Puntaje de corte = 409,5. 2009. Entre 409 y 483 puntos.	• Tiene un conocimiento científico adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conoce o para sacar conclusiones basadas en investigaciones sencillas. • Razona directamente e interpreta literalmente los resultados de una investigación científica o la resolución de un problema tecnológico.	• Dar posibles explicaciones en contextos familiares o elaborar conclusiones a partir de investigaciones simples. • Hacer interpretaciones literales y razonamientos directos sobre resultados científicos o sobre la resolución de problemas tecnológicos.



Nivel 3 2006. Puntaje de corte = 484,1. 2009. Entre 484 y 558 puntos.	• Identifica claramente los problemas científicos descritos en diversos contextos. • Selecciona hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación. • Interpreta y utiliza conceptos de distintas disciplinas y los aplica directamente. • Desarrolla breves comunicados haciendo referencia a hechos y toma decisiones basadas en el conocimiento científico.	• Identificar problemas científicos si están claramente descritos. • Poner en práctica habilidades investigativas simples para explicar fenómenos. • Interpretar y usar conceptos de diversas disciplinas y aplicarlos directamente. • Producir reportes cortos en los que se citan hechos y decisiones basadas en el conocimiento científico.
Nivel 4 2006. Puntaje de corte = 558,7. 2009. Entre 559 y 632 puntos.	• Trabaja con eficacia en situaciones y problemas que involucran fenómenos explícitos requeridos para hacer deducciones sobre el papel de la ciencia y la tecnología. • Selecciona e integra explicaciones de diferentes disciplinas de la ciencia o la tecnología y las vincula directamente con aspectos de la vida cotidiana. • Reflexiona sobre sus acciones y comunica sus decisiones utilizando el conocimiento y la evidencia científica.	• Manejar problemas y situaciones relacionadas con fenómenos explícitos, a partir de inferencias sobre el rol que juegan la ciencia y la tecnología. • Relacionar situaciones cotidianas con explicaciones científicas y de otras disciplinas. • Usar evidencia científica para comunicar y reflexionar sobre sus acciones.
Nivel 5 2006. Puntaje de corte = 633,3. 2009. Entre 633 y 707 puntos.	• Identifica los componentes científicos en situaciones complejas de la vida y aplica tanto los conceptos científicos como el conocimiento de la ciencia a dichas situaciones. • Compara, selecciona y evalúa la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida. • Tiene capacidades de investigación bien desarrolladas, vincula el conocimiento adecuadamente y emite juicios críticos sobre sus percepciones. • Construye explicaciones basadas en la evidencia y expresa argumentos basados en su análisis crítico.	• Identificar los componentes científicos de situaciones complejas y aplicar su conocimiento en estas. • Responder a situaciones de la vida real a partir de la comparación, la selección y la evaluación de evidencia científica. • Usar habilidades investigativas para entender situaciones críticas. • Hacer análisis críticos que le permitan elaborar conclusiones justificadas con evidencia científica.

Nivel 6 2006. Puntaje de corte = 707,9. 2009. Por encima de 708 puntos.	• Identifica, explica y aplica, de manera consistente el conocimiento científico y el conocimiento sobre la ciencia en una variedad de circunstancias complejas de la vida. • Relaciona diferentes fuentes de información y explicaciones, utiliza la evidencia de estas fuentes para justificar la toma de decisiones. • Demuestra clara y consistentemente un pensamiento y razonamiento científico avanzado y expresa la voluntad de utilizar su entendimiento científico en la búsqueda de soluciones a problemas científicos y tecnológicos poco comunes para él. • Utiliza el conocimiento científico y desarrolla argumentos a favor de recomendaciones y decisiones para resolver situaciones personales, sociales y globales.	• Identificar, explicar y aplicar el conocimiento científico en varias situaciones de la vida real. • Justificar sus decisiones a partir de distintas fuentes, explicaciones y evidencias • Demostrar interés en usar el conocimiento científico para resolver situaciones no familiares y dar recomendaciones frente a acontecimientos personales, sociales o globales.

Fuente: elaboración a partir de los informes nacionales e internacionales del PISA 2006-2009

Tabla 3.2. Contextos y ámbitos proyecto PISA.

Ámbitos	Contexto	Personal (uno mismo, familia y compañeros)	Social (la comunidad)	Global (la vida en todo el mundo)
Salud 2006		Mantenimiento de la salud, accidentes, nutrición.	Control de la enfermedad, transmisión social, elección de alimentos, salud comunitaria.	Epidemias, propagación de enfermedades infecciosas.
Salud 2009		Conservación personal de materiales y energía.	Control de la enfermedad, transmisión social, elección de alimentos, salud comunitaria.	Epidemias, propagación de enfermedades infecciosas.
Recursos naturales 2006		Consumo personal de materias y energía.	Mantenimiento de las poblaciones humanas, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, suministro de energía.	Elementos renovables y no renovables, sistemas naturales, crecimiento de la población, uso sostenible de especies.

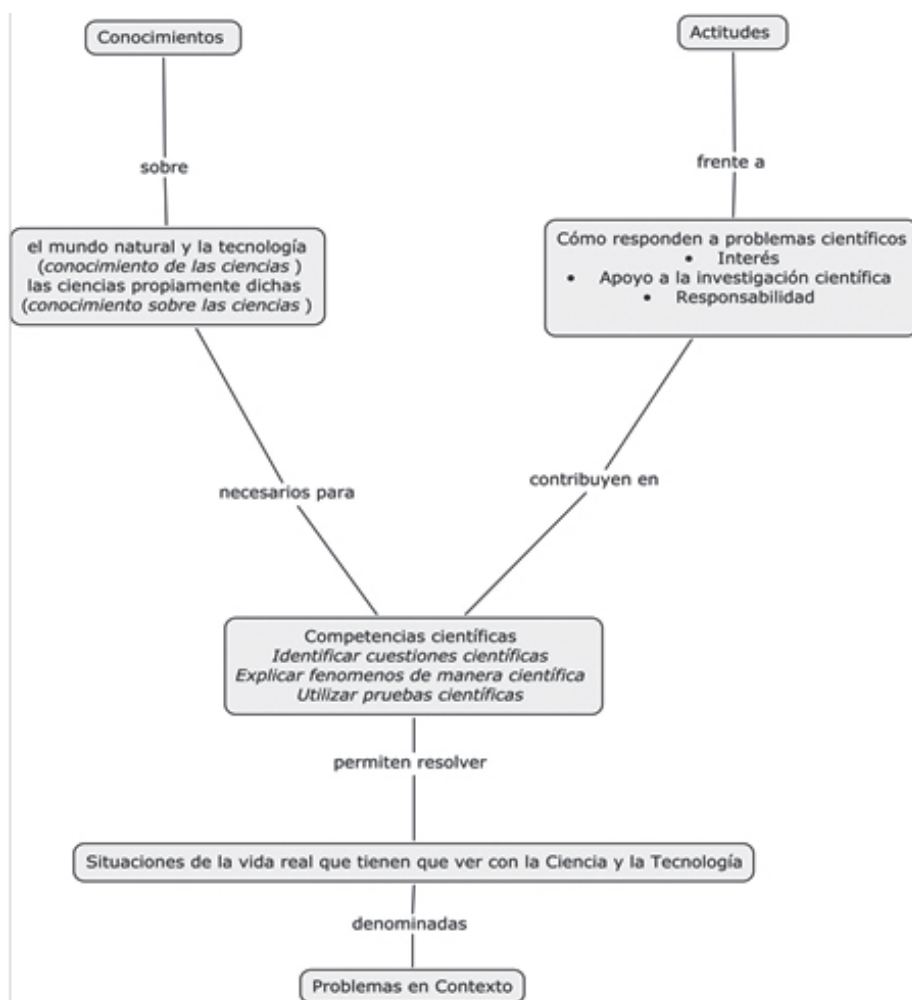


Recursos naturales 2009	Consumo personal de materias y energía.	Manutención de las poblaciones humanas, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, abastecimiento de energía.	Elementos renovables y no renovables, sistemas naturales, crecimiento de la población, uso sostenible de especies.
Medio ambiente 2006	Conducta amistosa con el medio ambiente, uso y eliminación de materias.	Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto medioambiental, tiempo atmosférico local.	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control de la contaminación, pérdida del suelo.
Medio ambiente 2009	Comportamientos respetuosos con el medio ambiente, uso y eliminación de materias.	Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto medioambiental, climas locales.	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control demográfico y pérdida de suelos.
Riesgos 2006	Naturales e inducidos por el hombre, decisiones acerca de la vivienda.	Cambios rápidos (terremotos, tiempo atmosférico extremo), cambios lentos y progresivos (erosión de la costa, sedimentación), valoración de riesgos.	Cambio climático, impacto de las guerras modernas.
Riesgos 2009	Naturales y provocados por el hombre, decisiones sobre la vivienda.	Cambios rápidos (terremotos, tiempo atmosférico extremo) cambios lentos y progresivos (erosión de la costa, sedimentación), evaluación de riesgos.	Cambio climático, impacto de modernas técnicas bélicas.
Fronteras de la ciencia y la tecnología 2006	Interés en las explicaciones científicas de los fenómenos naturales, aficiones basadas en la ciencia, deporte y ocio.	Nuevos materiales, inventos y procesos, modificación genética, transporte.	Extinción de especies, exploración del espacio, origen y estructura del universo.
Fronteras de la ciencia y la tecnología 2009	Interés en las explicaciones científicas de los fenómenos naturales, aficiones de carácter científico, deporte y ocio, música y tecnología personal.	Nuevos materiales, inventos y procesos, manipulación genética, tecnología armamentística, transportes.	Extinción de especies, exploración del espacio, origen y estructura del universo.

Fuente: adaptación teniendo en cuenta los informes nacionales e internacionales del PISA 2006-2009.

PISA, plantea los objetivos de evaluación, que se presentan en la figura 3.1.

Figura 3.1. *Objetivos de evaluación en el PISA.*



Fuente: elaboración propia a partir de la información de la prueba PISA 2006

El programa evalúa los conocimientos sobre y de las ciencias y las actitudes de cómo responder a problemas científicos que en conjunto se constituyen en competencias científicas que permiten resolver preguntas en un contexto determinado.

TIMMS (Third International Mathematics and Science Study) es un proyecto de evaluación internacional del aprendizaje escolar en matemáticas y ciencias, realizado por la Agencia Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo, conocida como IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement).



El objetivo de TIMSS es evaluar los dominios de contenido que se refieren a temas específicos por áreas y de espacios cognitivos, enfocados a las destrezas y habilidades asociadas a conocimientos concretos. En la tabla 3.12 se describen los dominios de contenidos evaluados en las pruebas TIMSS 2007 y en la tabla 3.13 se pormenorizan los niveles de desempeño.

Tabla 3.3. *Dominios de contenido y cognitivos evaluados en las pruebas TIMSS 2007.*

Grado	Dominios de contenido	Dominios cognitivos
Cuarto	Ciencias de la vida	Conocer
	Ciencias físicas	Aplicar
	Ciencias de la Tierra	Razonar
Octavo	Biología	Conocer
	Química	Aplicar
	Física	Razonar
	Ciencias de la Tierra	

Fuente: tomado del informe Icfes (2010). Resultados de Colombia en TIMSS 2007.

Tabla 3.4. *Niveles de desempeño en la prueba de ciencias TIMSS 2007.*

Nivel de desempeño	Cuarto grado	Octavo grado
Avanzado (625 puntos o más)	Aplican conocimientos y la comprensión de los procesos científicos y sus relaciones en la indagación científica básica.	Demuestran conocimientos complejos y abstractos en biología, química, física y ciencias de la Tierra.
Alto (entre 550 y 624 puntos)	Aplican el conocimiento y la comprensión para explicar fenómenos cotidianos.	Demuestran comprensión conceptual sobre algunos ciclos, sistemas y principios científicos.
Medio (entre 475 y 549 puntos)	Aplican conocimientos y comprensiones básicas a situaciones prácticas de las ciencias.	Reconocen y comunican conocimiento científico básico en un conjunto de tópicos.
Bajo (entre 400 y 474 puntos)	Tienen conocimientos elementales sobre las ciencias.	Reconocen algunos hechos sobre las ciencias físicas y de la vida.
Inferior (399 o menos)	Muestran un conocimiento de las ciencias inferior al mínimo que permite describir la prueba de TIMSS 2007.	Muestran un conocimiento de las ciencias inferior al mínimo que permite describir la prueba TIMSS 2007.

Fuente: ¿Qué saben y saben hacer los estudiantes en cada nivel? Tomado del informe Icfes (2010). Resultados de Colombia en TIMSS 2007

Análisis de los resultados Colombia y España en PISA 2006-2009:
comparación acerca de los niveles de desempeño logrados por parte de los
estudiantes colombianos y españoles.

• PISA 2006

El porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en ciencias se describe en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Descripción de niveles de desempeño de estudiantes colombianos y españoles en PISA.

País	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Colombia	26%	34%	27%	11%	2%	0%	0%
España	0%	5%	15%	27%	30%	18%	5%

Fuente: se describe el porcentaje de estudiantes por nivel de desempeño según PISA 2006

En PISA 2006 el número de estudiantes participantes en la prueba por parte de Colombia corresponde a 4478, en 2009 tuvo una muestra de 7921 estudiantes; los participantes por España fueron 2000 para el año 2006 y 26000 para el periodo del 2009. De esos participantes para 2006 un número de 896 estudiantes de Colombia se ubicaron bajo el nivel uno, es decir que de los 4478 estudiantes 896 no lograron demostrar una competencia científica, en contraste con España, en donde el nivel más bajo alcanzado por los estudiantes es el nivel 1, en el cual se ubicaron 1000 de los 20000 participantes.

En el nivel 1 se ubica el mayor número de estudiantes para Colombia, que corresponde a 1123 de los 4478 participantes. En el caso de España el mayor número de estudiantes se ubicó en el nivel 4.

• PISA 2009

El porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en ciencias se describe en la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Descripción de niveles de desempeño de estudiantes colombianos y españoles en PISA.

País	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Colombia	20%	34%	30%	13%	2%	0%	0%
España	5%	14%	28%	32%	18%	4%	0%

Fuente: se describe el porcentaje de estudiantes por nivel de desempeño según PISA 2009



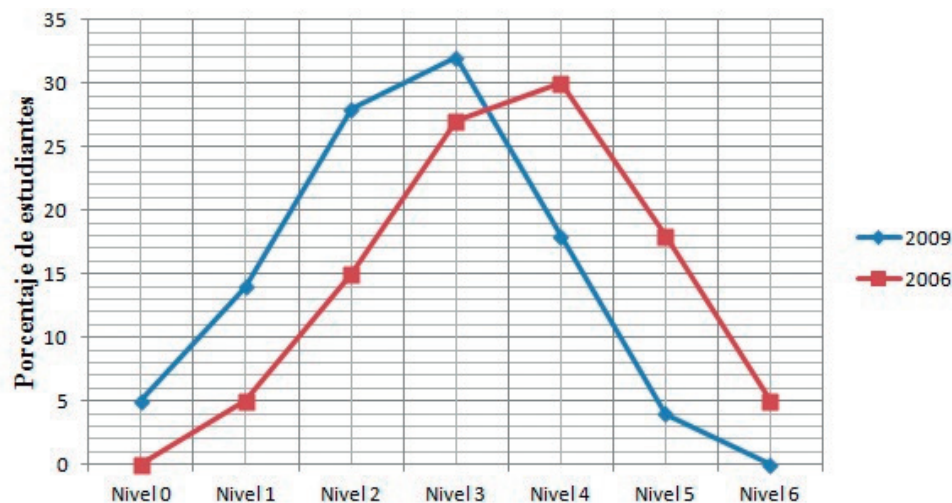
Para 2009 Colombia vuelve a registrar estudiantes bajo el nivel 1 de competencia, en esta versión 1584 de los 7921 estudiantes participantes se ubicaron allí, el mayor número de población en este año se ubicó nuevamente en nivel 1.

España, por su parte, que en la versión PISA 2006 no tuvo estudiantes bajo el nivel 1, para 2009 una cantidad de 13000 estudiantes de los 26000 participantes se ubicaron en el nivel 0 y el mayor número poblacional se situó en el nivel 3. Para 2006 había registrado su mayor número de estudiantes en el nivel 4, en esta versión 8300 participantes de los 26000 se ubicaron en el nivel 3.

Ninguno de los participantes colombianos alcanza niveles 5 y 6 en PISA, en contraste España registró para el año 2006 que 4600 de los 20000 participantes obtuvieron estos niveles de competencia; en 2009 hay una disminución, solo 1300 de los 26000 estudiantes se ubicaron en el nivel 5 y nadie consiguió el nivel 6.

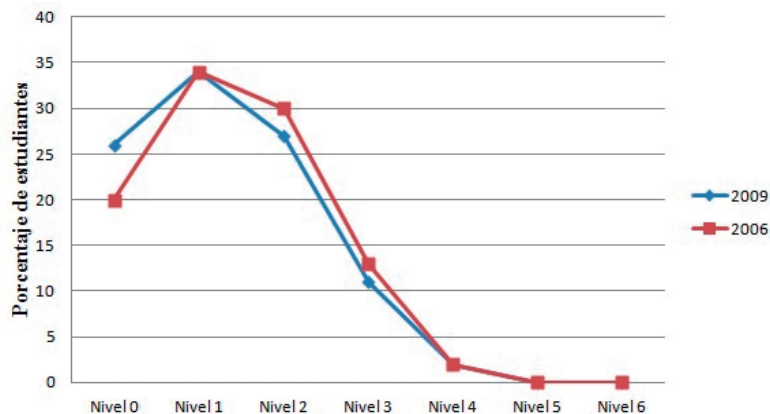
El resumen de los niveles alcanzados por los estudiantes españoles y colombianos en el PISA se describe en las figuras 3.2 y 3.3 para las versiones 2006 y 2009. La comparación entre los dos países para las dos versiones del PISA (2006 y 2009) se delinea en la figura 3.4.

Figura 3.2. Niveles de desempeño logrados en ciencias por parte de los estudiantes españoles en las pruebas PISA.



Fuente: elaboración propia fundamentada en la información de la prueba PISA 2006 y 2009

Figura 3.3. Niveles de desempeño logrados en ciencias por parte de los estudiantes colombianos en las pruebas PISA.

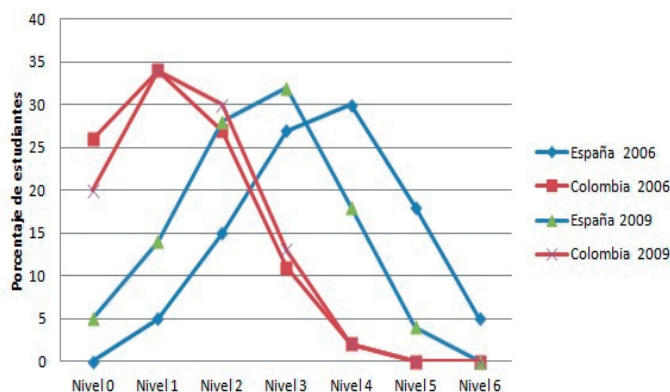


Fuente: elaboración propia fundamentada en la información de la prueba PISA 2006 y 2009

Los resultados de PISA se reportan en términos de puntaje promedio y porcentaje de estudiantes ubicados en los diferentes niveles de desempeño; el propósito del puntaje promedio es permitir la comparación entre los resultados de los países participantes.

En referencia a los niveles definidos en el PISA los estudiantes que se ubican en los niveles 0 y 1 se les dificulta participar en situaciones relacionadas con dominios científicos, no aplican el conocimiento científico a situaciones familiares, no elaboran explicaciones científicas elementales que provienen de evidencia explícita; el Icfes (2010) señala que “los estudiantes en este nivel no cuentan con las suficientes capacidades para desarrollar actividades propias de la sociedad del conocimiento ni para acceder a estudios superiores” (p. 14).

Figura 3.4. Comparación entre los niveles logrados por parte de los estudiantes colombianos y españoles en el PISA 2006 y 2009



Fuente: elaboración propia fundamentada en la información de la prueba PISA 2006 y 2009



El nivel 2 es el punto de partida para considerar que los alumnos evidencian competencias para participar efectivamente en la sociedad del saber. En este nivel los estudiantes cuentan con habilidades mínimas para hacer interpretaciones literales, razonamientos sobre resultados científicos y elaborar conclusiones a partir de investigaciones simples.

El Icfes (2010) afirma que los estudiantes que se ubican por debajo del nivel 2 a menudo confunden características claves de una investigación científica, aplican información incorrecta y mezclan creencias personales con hechos para apoyar una postura (p.15).

El desempeño mínimo se supera en los niveles 3 y 4; a partir del nivel 3 los estudiantes evidencian competencia para identificar problemas científicos explícitos, interpretar y usar adecuadamente conceptos y aplicarlos, explicar fenómenos y producir informes breves teniendo en cuenta su conocimiento científico.

Los niveles de desempeño 5 y 6 lo alcanzan los alumnos que de manera consistente demuestran competencias para identificar, explicar y aplicar conocimiento científico, estudiantes que emplean evidencias, seleccionan fuentes adecuadas de información, brindan explicaciones y justifican sus decisiones. Los participantes en este nivel pueden demostrar un razonamiento avanzado sobre situaciones diversas de la vida real.

De acuerdo con OCDE (2008) la competencia en ciencias se evalúa caracterizando el rendimiento de los alumnos para *identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de manera científica y utilizar pruebas científicas*. Con respecto a la primera el 22% de las tareas en PISA 2006 estaban relacionadas con ello. El conocimiento aplicable a esta competencia es el asociado a la comprensión de los procesos y áreas de contenido denominadas *sistemas físicos, sistemas terrestres y espaciales*. Los niveles de aptitud alcanzados por los estudiantes colombianos y españoles se describen en la tabla 3.7.

Tabla 3.7. *Expresión de la competencia identificar cuestiones científicas.*

Nivel de desempeño con mayor porcentaje de estudiantes	Aptitudes generales que deben tener los alumnos en cada nivel	Tareas que un alumno debe ser capaz de hacer	Tema/preguntas presentadas
Españoles Nivel 3 y 2 Nivel por debajo de 1 = 4,5% Nivel 1 = 13,8% Nivel 2 = 27,9% Nivel 3 = 32,1% Nivel 4 = 17,5% Nivel 5 = 3,9% Nivel 6 = 0,3%	Nivel 3 • Juzgar si una cuestión puede ser medida de manera científica y, consecuentemente, pueda ser investigada científicamente. • Identificar el cambio y las variables medidas en la descripción de una investigación.	Nivel 3 • Identificar las cantidades que pueden ser medidas de manera científica en una investigación. • Identificar cuándo se están haciendo comparaciones entre dos pruebas. • Distinguir entre el cambio y las variables medidas en experimentos sencillos.	Nivel 3 • Lluvia ácida. • Protectores solares.
	Nivel 2 • Determinar si se puede medir científicamente una variable concreta dentro de una investigación. • Reconocer cuál es la variable que el investigador está manipulando. • Apreciar la relación entre un modelo sencillo y el fenómeno que está modelando. • Seleccionar palabras clave apropiadas para una búsqueda.	Nivel 2 • Identificar la característica relevante que está siendo modelada en una investigación. • Mostrar comprensión sobre lo que puede y lo que no puede ser medido con instrumental científico. • Identificar entre una selección los objetos planteados más adecuados para un experimento. • Reconocer qué es lo que se cambia en un experimento. • Seleccionar entre varios conjuntos de palabras el mejor para una búsqueda en internet sobre un tema concreto.	Nivel 2 • Protectores solares. • Ropa.



Colombianos Nivel 2 y 3 Nivel por debajo de 1 = 22,5% Nivel 1 = 28, 1% Nivel 2 = 30,3% Nivel 3 = 15,1% Nivel 4 = 3,6% Nivel 5 = 0,5% Nivel 6 = 0%	Nivel 1 • Sugerir fuentes adecuadas de información para temas científicos. • Identificar una cantidad que está siendo variada en un experimento. • En contextos específicos pueden reconocer si esa variable puede ser medida utilizando instrumentos de medición conocidos o no.	Nivel 1 • Seleccionar fuentes adecuadas entre una serie de referencias de información potencial sobre un tema científico. • Identificar una cantidad que está siendo sometida a cambio en una situación específica, pero sencilla. • Reconocer cuándo se puede utilizar un dispositivo para medir una variable.	
	Nivel 2 • Determinar si se puede medir científicamente una variable concreta dentro de una investigación. • Reconocer cuál es la variable que el investigador está manipulando. • Aprender la relación entre un modelo sencillo y el fenómeno que está modelando. • Seleccionar las palabras claves apropiadas para una búsqueda en el proceso de investigación.	Nivel 2 • Identificar la característica relevante que está siendo modelada en una investigación. • Mostrar comprensión sobre lo que puede y lo que no puede ser medido con instrumental científico. • Identificar entre una selección los objetivos planteados más adecuados para un experimento. • Reconocer qué es lo que se cambia (la causa) en un experimento.	Nivel 2 • Cultivos modificados genéticamente.

Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. En el proyecto se trazan las aptitudes, tareas y los ítems que se relacionan con la competencia evaluada.

Con respecto a la competencia *explicar fenómenos de manera científica*, se relaciona con los objetivos de los cursos de ciencias tradicionales de física y química que pretenden describir o interpretar fenómenos y predecir cambios, descripciones, explicaciones y predicciones adecuadas. Un 46% de las tareas de ciencias en PISA se relaciona con esta competencia. Los estudiantes colombianos y españoles alcanzan los niveles que se reseñan en la tabla 3.8.

Tabla 3.8. Expresión de la competencia explicar fenómenos de manera científica.

Nivel de desempeño predominante por parte de los estudiantes	Aptitudes generales que deben tener los alumnos en cada nivel	Tareas que un alumno debe ser capaz de hacer	Tema/preguntas presentadas
Espanoles Nivel 2 y 3 Nivel por debajo de 1 = 5,6% Nivel 1 = 15,2% Nivel 2 = 26,1% Nivel 3 = 28,2% Nivel 4 = 17,8% Nivel 5 = 6,1% Nivel 6 = 0,9%	Nivel 2 (corresponde al 26.1% (5300/2000 testudiantes)) Recordar un dato científico apropiado y tangible en un contexto sencillo y utilizarlo para explicar o predecir un resultado.	Nivel 2 (corresponde al 26.1% (300/2000 estudiantes)) - En referencia a un resultado específico en un contexto sencillo, indicar, en una serie de casos y con claves apropiadas, el hecho o proceso científico que ha causado dicho resultado. - Recordar datos científicos específicos que se encuentran difundidos en la esfera pública.	Nivel 2 (corresponde al 26.1% 5300/2000 estudiantes) Gran Cañón. Mary Montagu.
	Nivel 3 - Aplicar una o más ideas o conceptos científicos específicos o tangibles en el desarrollo de la explicación de un fenómeno. Esta capacidad se amplía cuando se dan claves específicas u opciones para elegir. - Al desarrollar una explicación se reconocen las relaciones de causa y efecto y se puede hacer uso de modelos científicos sencillos y explícitos.	Nivel 3 - Comprender la (s) característica (s) central (es) de un sistema científico y, en términos concretos, poder predecir los resultados de los cambios en ese sistema, por ejemplo, el efecto de una debilitación del sistema inmunitario en un ser humano. - Recordar una serie de datos relevantes y tangibles en un contexto simple y claramente definido; aplicarlos al desarrollar una explicación del fenómeno.	Nivel 3 Mary Montagu. Lluvia ácida. Ejercicio físico.
Colombianos Nivel 1 y Bajo nivel 1 Nivel por debajo de 1 = 30,8% Nivel 1 = 33,1% Nivel 2 = 24,1% Nivel 3 = 9,9% Nivel 4 = 0,2% Nivel 5 = 0% Nivel 6 = 0%	Nivel 1 Reconocer relaciones sencillas de causa y efecto cuando se les dan claves relevantes. El conocimiento que utilizan los alumnos es un dato científico único que se deriva de la experiencia o lo que es conocido popularmente.	Nivel 1 - Elegir una respuesta adecuada entre varias, siempre que el contexto sea sencillo y que haya que recordar un solo dato científico. - Si se dan suficientes claves reconocer relaciones sencillas de causa y efecto.	Nivel 1 Ejercicio físico. Ropa.

Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. En el proyecto se trazan las aptitudes, tareas y los ítems que se relacionan con la competencia evaluada.



El 32% de las tareas de ciencias dentro de la evaluación PISA están relacionadas con *utilizar pruebas científicas*. En esta competencia los alumnos deben sintetizar su conocimiento de las ciencias y sobre las ciencias al aplicar ambos en situaciones de la vida real o a un problema social contemporáneo de acuerdo con los objetivos del PISA. Las características de esta competencia son: interpretar pruebas científicas, llegar a conclusiones y comunicarlas. Los estudiantes colombianos y españoles alcanzan los niveles que se reseñan en la tabla 3.9.

Tabla 3.9. *Expresión de la competencia utilizar pruebas científicas.*

Nivel de desempeño predominante por parte de los estudiantes	Aptitudes generales que deben tener los alumnos en cada nivel	Tareas que un alumno debe ser capaz de hacer	Tema/ preguntas presentadas
Espanoles Nivel 2 y 3 Nivel por debajo de 1 = 7,2% Nivel 1 = 15,3% Nivel 2 = 25,5% Nivel 3 = 28,0% Nivel 4 = 18,0% Nivel 5 = 5,2% Nivel 6 = 0,7%	Nivel 3 • Seleccionar la información relevante dada entre otros datos para responder a una pregunta, apoyar o refutar una conclusión. • Sacar una conclusión a partir de un patrón poco complicado o sencillo dentro de un conjunto de datos. • Determinar en casos sencillos si hay suficiente información para apoyar una conclusión determinada.	Nivel 3 • Localizar información científica relevante en un cuerpo de texto determinado para responder a una pregunta concreta. • Elegir entre conclusiones adecuadas o inadecuadas de acuerdo con las pruebas/ datos concretos que se dan. • Aplicar un conjunto sencillo de criterios para poder sacar una conclusión o hacer una predicción sobre un resultado. • Determinar si las funciones que se dan son aplicables a una máquina específica.	Nivel 3 Invernadero
	Nivel 2 • Reconocer las características generales de un gráfico si se les brindan las claves adecuadas y poder señalar un rasgo fundamental para apoyar una afirmación que se da. • Reconocer si un conjunto dado de características se corresponde con la función de artefactos cotidianos para hacer elecciones sobre su uso.	Nivel 2 • Comparar dos columnas de una tabla de medidas sencillas e indicar diferencias. • Establecer una tendencia en un conjunto de medidas, línea simple o gráfico de barras. • Poder determinar algún o algunas características o propiedades de un artefacto dado haciendo referencia a una lista de propiedades.	Nivel 4 Protectores solares. Invernadero.

Colombianos Nivel 1 y 2 Nivel por debajo de 1 = 29,0% Nivel 1 = 32,0% Nivel 2 = 26,0% Nivel 3 = 10,5% Nivel 4 = 2,3% Nivel 5 = 0% Nivel 6 = 0%	Nivel 1 • Extraer información de una hoja informativa o un diagrama pertinente a un contexto común para responder a una pregunta. • Extraer información de gráficos de barras cuando se requiere simplemente comparar las alturas de las barras. • Atribuir un efecto a una causa en contextos comunes y conocidos.	Nivel 1 • Hacer comparaciones entre las alturas de las barras y dar sentido a la diferencia observada en respuesta a una pregunta concreta. • Indicar una causa adecuada dadas las variaciones de fenómenos naturales.	

Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. En el proyecto se trazan las aptitudes, tareas y los ítems que se relacionan con la competencia evaluada.

El PISA evaluó para 2006 y 2009 la competencia científica de los alumnos de 15 años a través de los conocimientos de las ciencias y sobre las ciencias, los ítems se construyen sobre problemas que afectan a la población a nivel mundial, se pormenorizan los aspectos de la evaluación en la figura 3.5.

Colombia tiene un bajo desempeño en las pruebas PISA 2006 y 2009, no se registran estudiantes en los niveles altos de desempeño y España; en el 2006, obtiene mejores resultados en comparación con los resultados de PISA 2009, versión en la cual se nota que el nivel de desempeño desmejora.

España, en contraste con Colombia, supera el desempeño mínimo, ya que alcanzó en 2006 el nivel 4 y en 2009 el nivel tres por parte de los estudiantes participantes. A partir del nivel 3 los estudiantes evidencian competencias para identificar problemas científicos explícitos, interpretar y usar adecuadamente conceptos y aplicarlos, explicar fenómenos y producir informes breves en referencia a su conocimiento científico. Colombia se mantuvo en el nivel 1 para las versiones 2006 y 2009.

A continuación se describen preguntas base de la prueba PISA, las cuales se pueden emplear como recurso de capacitación docente por parte de Colombia y España, en este sentido se pueden involucrar los actores y se pueden incluir mejoras en las aulas de aprendizaje.



Figura 3.5. Mapa de preguntas de ciencias seleccionadas con referencia a categorías de conocimiento y competencias.

		Competencias		
		Identificar cuestiones científicas	Explicar fenómenos de manera científica	Utilizar pruebas científicas
Conocimiento	«Sistemas físicos»		LLUVIA ÁCIDA P2	LLUVIA ÁCIDA P3
	«Sistemas vivos»		EJERCICIO FÍSICO P1 EJERCICIO FÍSICO P3 EJERCICIO FÍSICO P5 MARY MONTAGU P2 MARY MONTAGU P3 MARY MONTAGU P4	
	«Sistemas terrestres y espaciales»		GRAN CAÑÓN P3 GRAN CAÑÓN P5 INVERNADERO P5	
	«Sistemas tecnológicos»		ROPA P2	
	«Investigación científica»	LLUVIA ÁCIDA P5 PROTECTORES SOLARES P2 PROTECTORES SOLARES P3 PROTECTORES SOLARES P4 ROPA P1 CULTIVOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE P3 GRAN CAÑÓN P7		
	«Explicación científica»			PROTECTORES SOLARES P5 INVERNADERO P3 INVERNADERO P4
Actitudes	Interés por las ciencias	LLUVIA ÁCIDA P10 CULTIVOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE P10		
	Apoyo a la investigación científica	GRAN CAÑÓN P10 MARY MONTAGU P10 LLUVIA ÁCIDA P10		

Fuente: tomada de OCDE (2008). Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana.

Los ítems liberados por la OCDE presentan en detalle la descripción acerca del tema al que se refiere y el nivel de puntuación que se otorga por cada uno de ellos. En la figura 3.6 se observa la puntuación media del ítem en la OCDE.

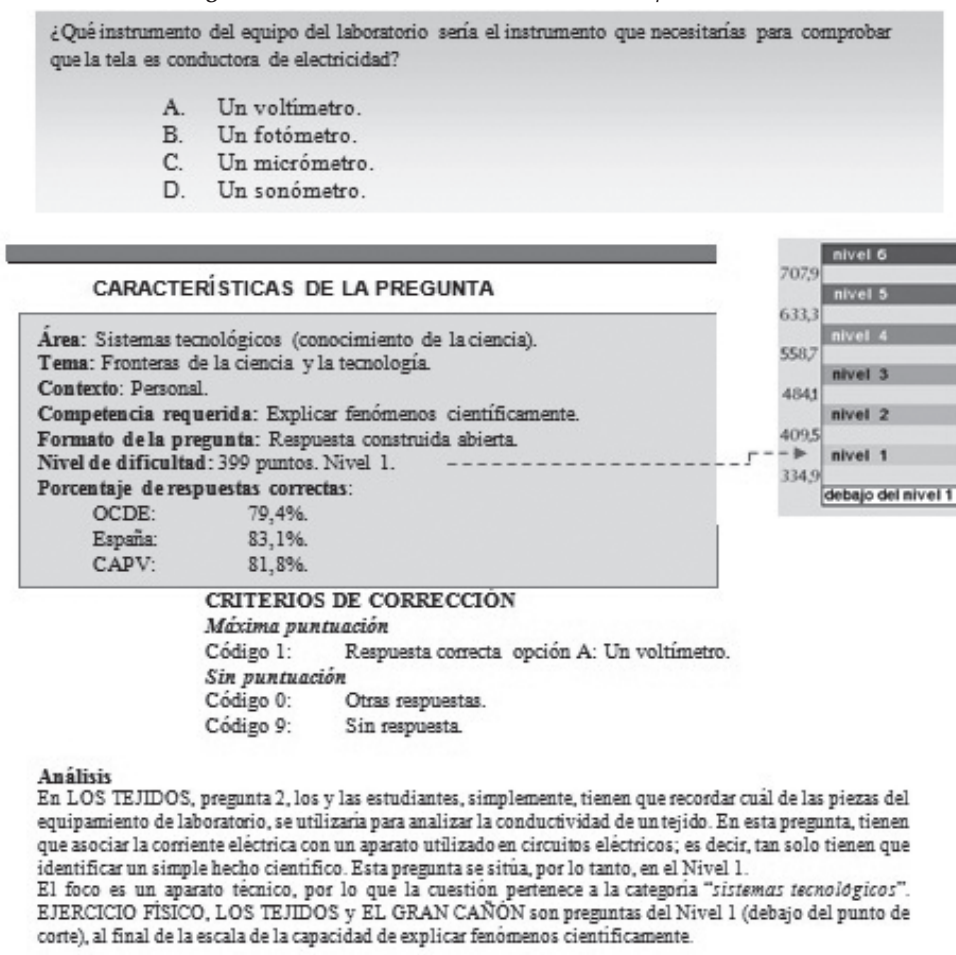
Figura 3.6. Ítems de ciencias de la prueba PISA 2009, según nivel de rendimiento.

Nivel	Puntuación inferior	Ítems
6	708	Lluvia ácida. Ítem 3 (717 puntos). El efecto invernadero. Ítem 3 (709 puntos).
5	633	El efecto invernadero. Ítem 2 (659 puntos).
4	559	Protectores solares. Ítem 4 (629 puntos). Protectores solares. Ítem 1 (588 puntos). Ejercicio físico. Ítem 3 (383 puntos). Protectores solares. Ítem 3 (574 puntos). Los tejidos. Ítem 1 (567 puntos).
3	484	Ejercicio físico. Ítem 1 (545 puntos). El efecto invernadero. Ítem 1 (529 puntos). Mary Montagu. Ítem 3 (507 puntos). Lluvia ácida. Ítem 1 (506 puntos). Protectores solares. Ítem 2 (499 puntos). El Gran Cañón. Ítem 3 (485 puntos).
2	409	Lluvia ácida. Ítem 2 (460 puntos). El Gran Cañón. Ítem 1 (451 puntos). Mary Montagu. Ítem 1 (436 puntos). Mary Montagu. Ítem 2 (431 puntos). Alimentos genéticamente modificados. Ítem 2 (421 puntos). El Gran Cañón. Ítem 2 (411 puntos).
1	335	Los tejidos. Ítem 2 (399 puntos). Ejercicio físico. Ítem 2 (386 puntos).

Fuente: Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (IseI-Ivei) (2011). Competencias científicas para el mundo del mañana. I. Marco y análisis de los ítems. Gobierno Vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación.

A continuación se describen preguntas empleadas en el PISA que corresponden a los niveles de desempeño 1 y 4 y que conciernen a los factores extremos alcanzados por los estudiantes colombianos y españoles. Los ítems liberados de PISA en castellano se pueden consultar en <http://ur1.ca/9d0hl> y los ítems originales de PISA se pueden consultar en <http://ur1.ca/9d0hq>.

Figura 3.7. Caracterización ítem nivel 1 de la prueba PISA.



Fuente: Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (IseI-IveI) (2011). PISA. Competencias científicas para el mundo del mañana. I. Marco y análisis de los ítems. Gobierno Vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación



Figura 3.8 Caracterización ítem nivel 4 de la prueba PISA.

Milagros y Daniel quieren saber qué protector solar les proporciona la mejor protección para la piel. Los protectores solares llevan un factor de protección solar (FPS) que indica hasta qué punto el producto absorbe las radiaciones ultravioleta de la luz solar. Un protector solar con un FPS alto protege la piel durante más tiempo que un protector solar con un FPS bajo.

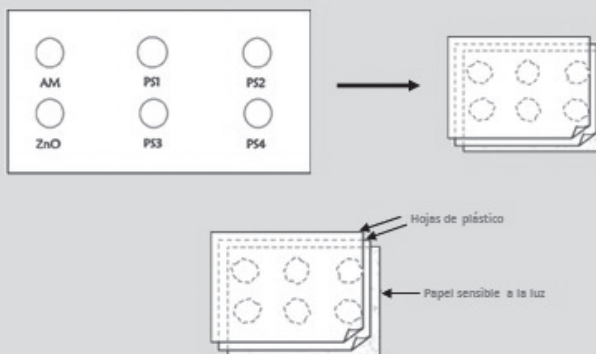
A Milagros se le ocurrió una forma de comparar diferentes protectores solares.

Daniel y ella reunieron los siguientes materiales:

- Dos hojas de un plástico transparente que no absorbe la luz solar.
- Una hoja de papel sensible a la luz.
- Aceite mineral (AM) y una crema con óxido de zinc (ZnO).
- Cuatro protectores solares diferentes, a los que llamaron PS1, PS2, PS3, y PS4.

Milagros y Daniel utilizaron aceite mineral porque deja pasar la mayor parte de la luz solar, y el óxido de zinc porque bloquea casi completamente la luz del sol.

Daniel puso una gota de cada sustancia dentro de unos círculos marcados en una de las láminas de plástico y después colocó la otra lámina encima. Colocó luego sobre las láminas de plástico un libro grande para presionarlas.



A continuación, Milagros puso las láminas de plástico encima de la hoja de papel sensible a la luz. El papel sensible a la luz cambia de gris oscuro a blanco (o gris muy claro), en función del tiempo que esté expuesto a la luz solar. Por último, Daniel puso las hojas en un lugar soleado.

Fuente: Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (Iseii-ivei) (2011). PISA. Competencias científicas para el mundo del mañana. I. Marco y análisis de los ítems. Gobierno Vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación.

Comparación entre las mediciones acerca de la motivación

PISA 2006 es la prueba por excelencia referida a las competencias científicas para el mundo del mañana. La *motivación intrínseca* se evalúa teniendo en cuenta tres índices: *el interés general en las ciencias*, *el índice de disfrute de las ciencias* y *el interés por aprender temas de ciencias*. Los dos primeros se registran en el cuestionario para alumnos y la tercera se construye desde la evaluación de ciencias.

El índice *interés general por las ciencias* se evalúa seleccionando las opciones que se describen a continuación; los resultados se trazan en la figura 3.9.

Interés general por las ciencias

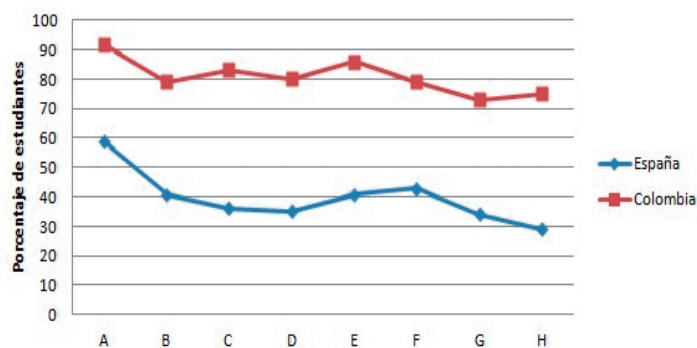
- Biología humana.
- Temas de astronomía.
- Temas de química.
- Temas de física.
- La biología de las plantas.
- Cómo diseñan los científicos sus experiencias.
- Temas de geología.
- Requisitos de las explicaciones científicas.

Tabla 3.10. Porcentaje de alumnos que refieren interés general por las ciencias.

País	A	B	C	D	E	F	G	H
España	59%	41%	36%	35%	41%	43%	34%	29%
Colombia	92%	79%	83%	80%	86%	79%	73%	75%

Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana.

Figura 3.9. Comparación de las respuestas con respecto al interés general por las ciencias que manifiestan los estudiantes colombianos y españoles.



Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana.

Disfrute de las ciencias

Porcentaje de alumnos que está de acuerdo o muy de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- Disfruto adquiriendo nuevos conocimientos de ciencia.
- Generalmente me divierto cuando aprendo temas de ciencias.



- c. Me interesa aprender ciencias.
- d. Me gusta leer sobre ciencias.
- e. Me siento a gusto haciendo problemas de ciencias.

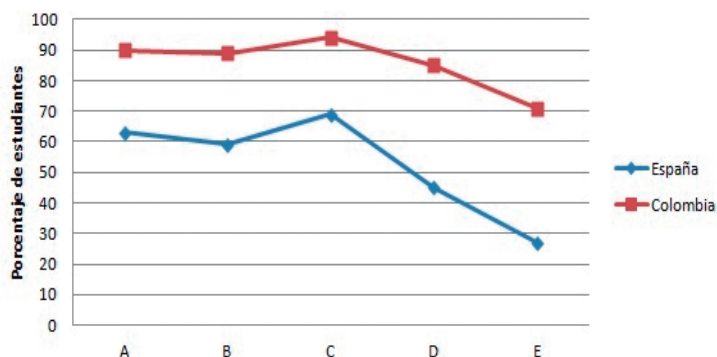
Tabla 3.11. Porcentaje de alumnos que manifiestan a través de sus respuestas que disfrutan de las ciencias.

País	A	B	C	D	E
España	63%	59%	69%	45%	27%
Colombia	90%	89%	94%	85%	71%

Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana

La comparación entre las respuestas de los estudiantes colombianos y españoles referente a los porcentajes promedio sobre el disfrute de las ciencias se pormenoriza en la figura 3.10.

Figura 3.10. Comparación de porcentajes de los estudiantes colombianos y españoles que manifiestan disfrutar de las ciencias.



Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana.

El interés por aprender temas de ciencias recabó en la evaluación correspondiente realizada a través de las preguntas sobre cultivos genéticamente modificados y lluvia ácida.

Lluvia ácida

- a. Conocer qué actividades humanas contribuyen más a la generación de la lluvia ácida.

- b. Aprender sobre las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan lluvias ácidas.
- c. Comprender los métodos utilizados para reparar los edificios dañados por la lluvia ácida.

Cultivos genéticamente modificados

- a. Aprender sobre los procesos mediante los cuales se modifican genéticamente las plantas.
- b. Aprender por qué algunas plantas no se ven afectadas por los herbicidas.
- c. Comprender mejor la diferencia entre los cruces y la modificación genética de las plantas.

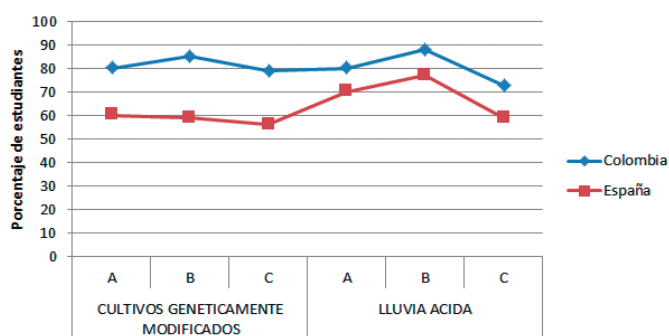
Tabla 3.12. Porcentaje de alumnos que manifestaron interés por aprender temas de ciencias.

País	Lluvia ácida			Cultivos genéticamente modificados		
	A	B	C	A	B	C
España	70%	70%	59%	60%	59%	56%
Colombia	80%	88%	73%	80%	85%	79%

Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana

En la figura 3.11 se comparan los porcentajes de cada una de las respuestas sobre el interés por aprender ciencias de los estudiantes colombianos y españoles.

Figura 3.11. Comparación del porcentaje de estudiantes que manifiestan interés por aprender temas de ciencias.



Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana

En PISA 2006 se definen dos indicadores para la motivación extrínseca para aprender ciencias: el *índice de motivación fundamental para aprender ciencias* y el *índice de motivación para aprender ciencias orientada al futuro* (OCDE, 2008, p. 153).



Motivación fundamental para aprender ciencias

La motivación fundamental de los alumnos para aprender ciencias en PISA 2006 se midió mediante cinco preguntas sobre la importancia de aprender ciencias para sus estudios futuros o para sus perspectivas de empleo. Se describen los resultados de los estudiantes españoles y colombianos en la tabla 3.13 y se traza la comparación en la figura 3.12.

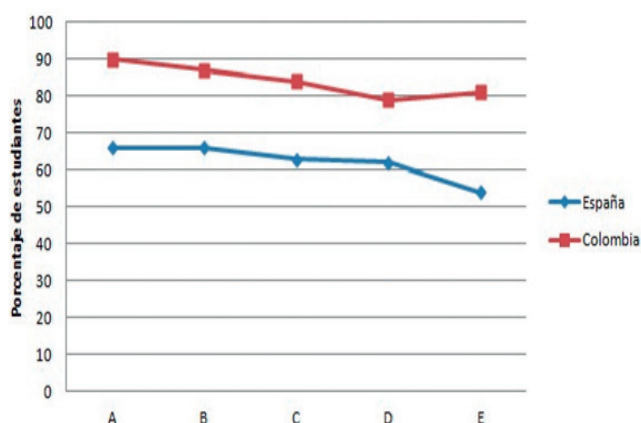
- Estudio ciencias en el colegio porque sé que son útiles para mí.
- Esforzarme en las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena porque me ayudará en el trabajo que quiero hacer más adelante.
- Estudiar las asignaturas de ciencia del colegio es gratificante para mí porque lo aprendido mejorará mis perspectivas profesionales.
- Aprenderé muchas cosas en las asignaturas de ciencias del colegio que me ayudarán a conseguir un trabajo.
- Lo que aprenda en las asignaturas de ciencias del colegio es importante para mí porque lo necesito para lo que quiero estudiar más adelante.

Tabla 3.13 Índice de motivación fundamental para aprender ciencias

País	A	B	C	D	E
España	66%	66%	63%	62%	54%
Colombia	90%	87%	84%	79%	81%

Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. Porcentaje de alumnos que están de acuerdo con las afirmaciones anteriores.

Figura 3.12. Comparación entre el índice de motivación fundamental para aprender ciencias manifestado por los estudiantes españoles y colombianos.



Fuente: elaboración en base a datos OCDE

Motivación de los alumnos para aprender ciencias orientadas al futuro

La motivación para aprender ciencias orientadas al futuro se dirige a evaluar:

Cuántos alumnos de hecho tienen intenciones de continuar con su interés por las ciencias, ya sea cursando estudios superiores científicos o trabajando en el campo de ciencias. Se preguntó a los alumnos cuál era su intención con respecto a sus estudios futuros o su trabajo en ciencia (OCDE, 2008, p. 155).

- Me gustaría trabajar en una profesión relacionada con las ciencias.
- Me gustaría estudiar ciencias después de los estudios de secundaria.
- Me gustaría trabajar de adulto en proyectos de ciencias.
- Me gustaría dedicar mi vida a las ciencias avanzadas.

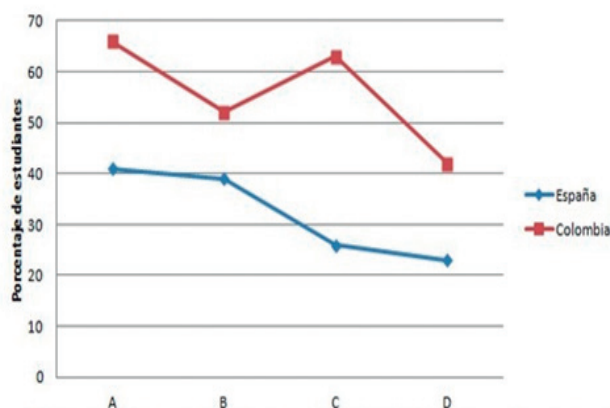
Tabla 3.14. Índice de motivación para aprender ciencias orientadas al futuro.

País	A	B	C	D
España	41%	39%	26%	23%
Colombia	66%	52%	63%	42%

Fuente: elaboración a partir del informe PISA 2006. Porcentaje de alumnos que están de acuerdo con las afirmaciones anteriores

La comparación entre las respuestas de los estudiantes españoles y colombianos se traza en la figura 3.13.

Figura 3.13. Índice de motivación para aprender ciencias orientadas al futuro.



Fuente: comparación de porcentajes promedio de los estudiantes españoles y colombianos. Diseño a partir de los datos establecidos por la OCDE .



Siguiendo la metodología de comparación se tiene que la estimación de la motivación intrínseca o autorregulada, en la prueba masiva a gran escala PISA, de los estudiantes españoles corresponde a un interés general por la biología humana, la biología de las plantas y los temas de química y el disfrute de las ciencias como interés por aprender ciencias, disfrutar adquiriendo nuevos conocimientos de ciencia y generalmente encontrar diversión cuando se aprenden temas de ciencia.

La estimación de la motivación intrínseca o autorregulada, en la prueba masiva a gran escala PISA, de los estudiantes colombianos corresponde a un interés general por la biología humana, cómo diseñan los científicos sus experiencias, temas de astronomía y química y el disfrute de las ciencias como interés por aprender ciencias, disfrutar adquiriendo nuevos conocimientos de ciencia y generalmente encontrar diversión cuando se aprenden temas de ciencia.

La estimación de la motivación extrínseca o externa de los estudiantes españoles es atribuida al índice de motivación para aprender ciencias, elemento cuantificado a través de la preferencia para estudiar ciencias en el colegio porque son útiles; el esfuerzo que le ponen a las asignaturas de ciencias del colegio merece la pena porque le ayudarán al estudiante a desarrollar el trabajo que quiere hacer más adelante, estudiar las asignaturas porque son gratificantes y van a contribuir en las perspectivas profesionales y la motivación para aprender y orientar el conocimiento hacia al futuro. Este factor es estimado como el gusto que lograrían al trabajar en una profesión relacionada con las ciencias, estudiar ciencias después de los estudios de secundaria y trabajar de adultos en proyectos de ciencias.

La motivación extrínseca o externa de los estudiantes colombianos es atribuida al índice de motivación para aprender ciencias, cuantificado a través de la preferencia para estudiar ciencias en el colegio porque son útiles; el esfuerzo que los participantes le ponen a las asignaturas de ciencias del colegio merece la pena porque le ayudarán en el trabajo que quieren hacer más adelante, asimismo la motivación se centra en estudiar las asignaturas de ciencia del colegio porque valen la pena ya que van a contribuir en las perspectivas profesionales y la motivación para aprender ciencias orientadas al futuro, estimar el gusto que lograrían al trabajar en una profesión relacionada con las ciencias, trabajar de adultos en proyectos de ciencias y estudiar ciencias después de los estudios de secundaria.

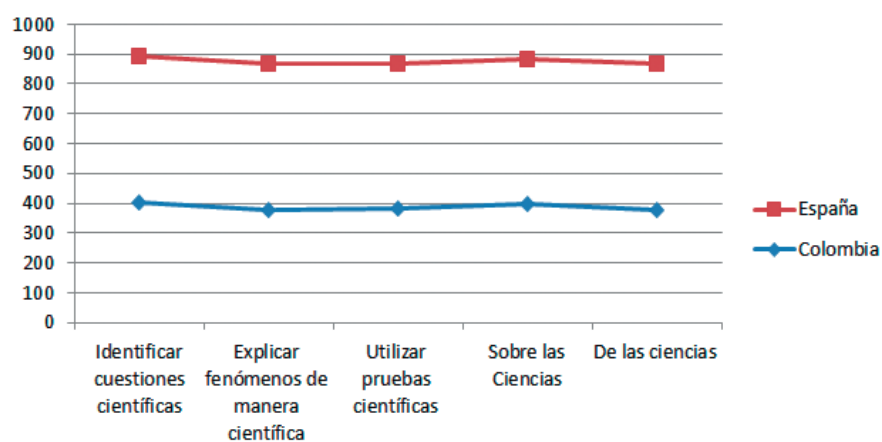
Análisis de la competencia científica evaluada en la prueba PISA 2006

Tabla 3.15. Comparación sobre las competencias científicas demostradas por los estudiantes colombianos y españoles en la prueba PISA 2006.

Competencia científica Prueba PISA 2006		
Competencias	Colombia	España
Identificar cuestiones científicas	402	489
Explicar fenómenos de manera científica	379	490
Utilizar pruebas científicas	383	485
Conocimientos	Colombia	España
Sobre las ciencias (las ciencias propiamente dichas)	396	489
De las ciencias (mundo natural y tecnología)	377	489

Fuente: datos contenidos en la OCDE

Figura 3.14. Comparación entre la competencia científica demostrada en la prueba PISA 2006 por parte de los estudiantes españoles y colombianos.



Fuente: elaboración a partir de los datos establecidos en la OCDE



La competencia científica demostrada por los estudiantes españoles en las pruebas PISA 2006 y 2009 es mayor a la manifestada por los estudiantes colombianos en todas las tareas planteadas dentro de la prueba masiva a gran escala.

España exhibe mayor conocimiento de las ciencias que Colombia, la diferencia en los resultados es de 112 puntos a favor de España por encima del desempeño obtenido por Colombia; en segundo lugar los estudiantes españoles manifiestan mayor competencia al explicar fenómenos de manera científica. Al comparar los desempeños los estudiantes españoles obtienen una mayor puntuación, esta corresponde a 111 puntos por encima de la puntuación lograda por los colombianos, que reacciona en 379/500.

España obtiene 102 puntos por encima de Colombia en lo referente a la competencia *utilizar pruebas científicas*; Colombia consigue 383/500.

El conocimiento sobre las ciencias propiamente dichas por parte de los estudiantes colombianos es menor en comparación a lo expuesto por los estudiantes españoles, los cuales le sacan una ventaja de 93 puntos; Colombia obtiene 396/500, a diferencia de España que alcanza 489/500.

Análisis de los resultados de los estudiantes colombianos y españoles en las pruebas TIMSS 2007

Se analiza, puntualmente en los resultados de la evaluación TIMSS 2007, el desempeño de estudiantes de Euskadi o País Vasco como comunidad autónoma de España, ya que no se presentó para dicha versión una muestra global. Las comunidades, de acuerdo a sus intereses, tienen la decisión de presentarse o no de manera independiente a la convocatoria de las pruebas masivas, puede ser de su interés realizar un estudio por comunidad, como en este caso.

En la tabla 3.16 se describe el desempeño de los estudiantes colombianos y los del País Vasco-Euskadi (España) por área y se discrimina el rendimiento por género masculino y femenino.

Tabla 3.16. Descripción del desempeño logrado por los estudiantes colombianos y estudiantes del País Vasco-Euskadi (España) en TIMSS 2007.

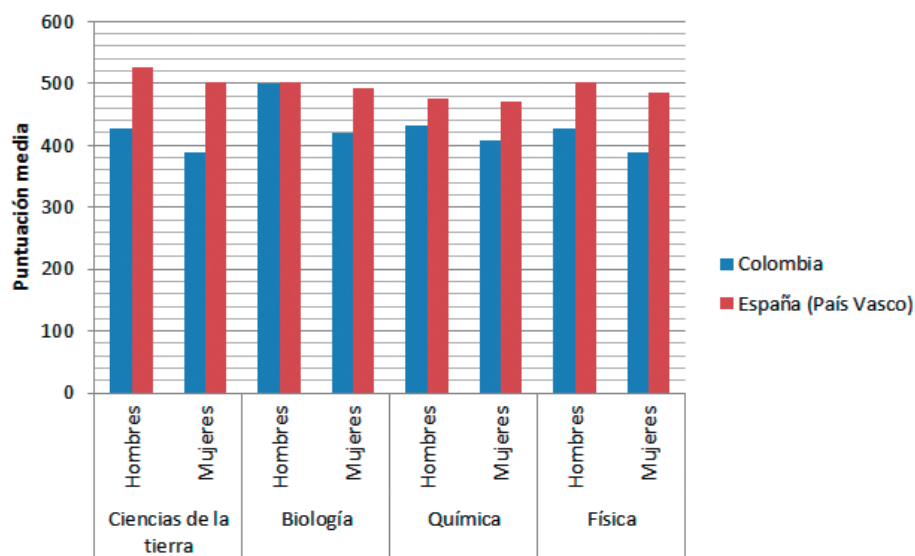
TIMSS 2007						
Colombia	Puntos nivel de desempeño	Muestra	País Vasco-Euskadi (España)	Puntos nivel de desempeño	Muestra	
Octavo	Edad media: 14.5 años	417	Edad media: 14.1 años	498	2296	
Años de escolarización: 8 para Colombia y para el País Vasco en prueba octavo						
Colombia cuarto grado Muestra total: 4801 50.4% Hombres 49.6% Mujeres	400		No se compara, solo se describe el desempeño de los estudiantes colombianos puesto que España no participó en este nivel.			
			Nivel de desempeño bajo, corresponde a niveles de conocimientos elementales de las ciencias.			
Puntuaciones medias en las áreas de contenido de ciencias octavo o segundo ESO						
Colombia 49% Hombres 51% Mujeres	Biología (434)	Química (420)		Física (407)		Ciencias de la Tierra (407)
		Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
	420	499	408	432	388	427

País Vasco (Eus- kadi) 52% Hombres 48% Mujeres		Biología (498)		Química (472)		Física (493)		Ciencias de la Tierra (514)	
		Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
		493	503	470	475	484	502	501	526
Puntuaciones por dominio cognitivo octavo o segundo ESO									
Colombia		Conocimiento		Aplicación		Razonamiento			
		Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
		400	434	401	437	416	440		
País Vasco (Euskadi)		Conocimiento		Aplicación		Razonamiento			
		Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
		490	508	481	499	495	502		

Fuente: TIMSS (2007).

En la Figura 3.15 se describen y comparan las puntuaciones medias por área de ciencias (ciencias de la Tierra, biología, química y física). La puntuación promedio por conocimiento cognitivo (aplicación, conocimiento y razonamiento) se traza en la figura 3.16.

Figura 3.15. Comparación de la puntuación media del desempeño por área de ciencias en la prueba TIMSS 2007 entre los estudiantes colombianos



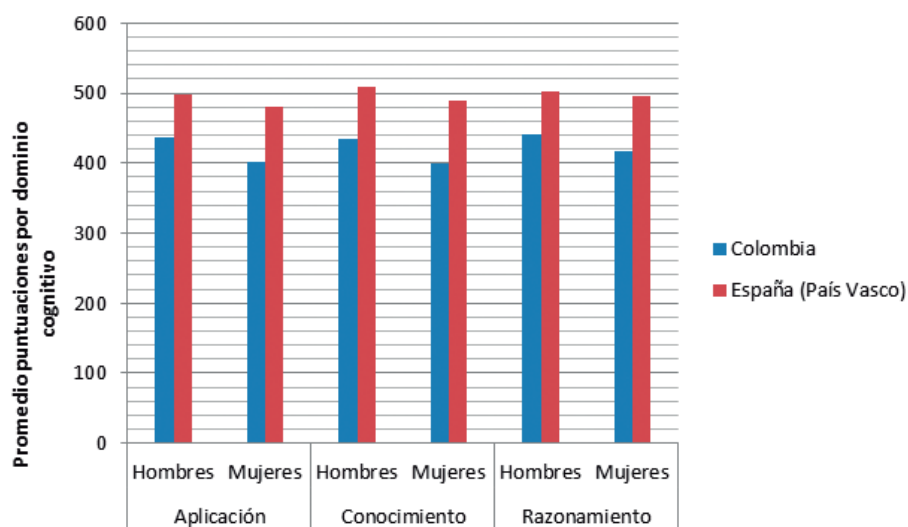
Fuente: TIMSS (2007)

En todas las áreas evaluadas del currículo de ciencias (ciencias de la Tierra, biología, química y física) los estudiantes colombianos obtienen un bajo puntaje, es decir, alcanzan un menor rendimiento en las áreas en comparación con los del País Vasco. Los hombres en todas las pruebas y áreas adquieren mejores resultados que las mujeres al respecto de la aplicación y evaluación final realizada.

La diferencia más grande se observa en las áreas de ciencias de la Tierra y física; los estudiantes del País Vasco-Euskadi (España) obtienen en las áreas 86 puntos por encima de los colombianos en el área de física y los superan por 107 puntos en el factor ciencias de la Tierra, además están 89 puntos arriba en física.



Figura 3.16. Comparación del puntaje promedio por dominio cognitivo demostrado en la prueba TIMSS 2007 entre los estudiantes colombianos y los de País Vasco-Euskadi (España)



Fuente: TIMSS 2007

Se analizan los objetivos curriculares del sistema educativo y la organización adoptada para alcanzar lo planteado, es decir, la relación entre el currículo planteado, el ejecutado y el logrado que se evidencia a través de la evaluación de los estudiantes. Por medio de un cuestionario que se aplica al director se recogen aspectos de los sistemas educativos para establecer comparaciones.

El promedio internacional en la prueba TIMSS para ciencias es de 500 puntos, en la versión TIMSS 2007 España se involucra en este proyecto a través de la participación de la comunidad autónoma del País Vasco. Se compara el currículo planteado y logrado para octavo en el caso de España y Colombia, dejando las claridades sobre la muestra que corresponde a País Vasco.

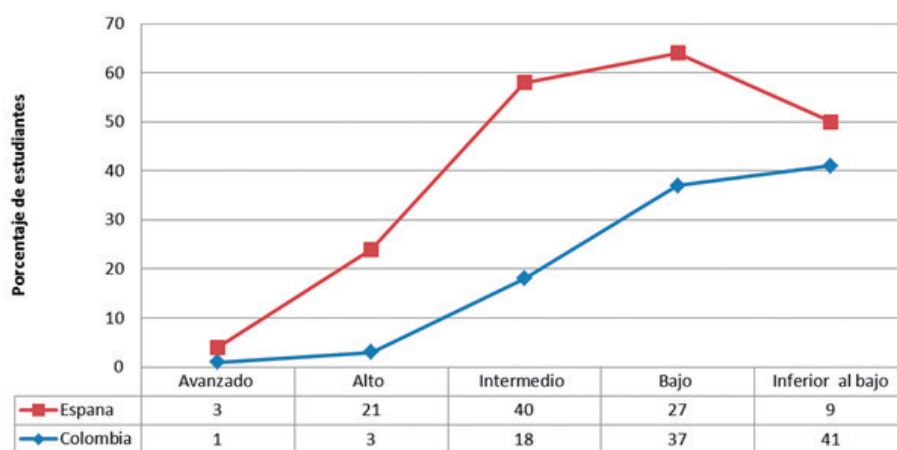
En la tabla 3.17 se describen los niveles definidos en la prueba TIMSS y el porcentaje logrado por los estudiantes del País Vasco-Euskadi (España) en la prueba de ciencias y los niveles alcanzados. La comparación entre los estudiantes del País Vasco-Euskadi y colombianos de grado octavo se discrimina en la figura 3.17.

Tabla 3.17. Porcentaje de desempeño de los estudiantes colombianos y los estudiantes del País Vasco-Euskadi (España) por niveles logrados en la prueba de ciencias TIMSS 2007.

	Nivel avanzado	Nivel Alto	Nivel Medio	Nivel Bajo	Nivel Inferior
Colombia Grado cuarto	1%	5%	16%	29%	49%
Colombia Grado octavo	1%	3%	18%	37%	41%
España (País Vasco) Grado cuarto	-	-	-	-	-
España (País Vasco) Grado octavo	3%	21%	40%	27%	9%

Fuente: elaboración a partir de los datos obtenidos en TIMSS 2007. España no tuvo representación nacional, solo la muestra subnacional País Vaso-Euskadi y no hubo muestra de estudiantes para grado cuarto

Figura 3.17. Comparación en porcentaje de los estudiantes que logran diferentes niveles de desempeño en la prueba de ciencias TIMSS 2007.



Fuente: gráfico elaborado a partir del informe de las pruebas TIMSS 2007. Se comparan los resultados de los estudiantes españoles que representan al País Vasco-Euskadi (España) como comunidad autónoma y colombianos de octavo grado



Colombia en TIMSS 2007 tuvo una muestra conformada por 4873 participantes (la muestra subnacional del País Vasco-Euskadi corresponde a 2296 estudiantes), los resultados que obtiene no son buenos, 1998 de la muestra total de 4873 estudiantes se ubican fuera de la escala definida por el proyecto TIMSS, no alcanzan el nivel inferior de desempeño y no muestran un conocimiento de las ciencias. El puntaje es inferior a 399 sobre 500 puntos que define la prueba masiva internacional, que tiene como objetivo central medir la articulación entre el currículo pretendido o planteado, el currículo aplicado y el currículo logrado que corresponde al demostrado en la evaluación.

España, por su parte, a través de la muestra subnacional del País Vasco-Euskadi (España), demuestra que hay una mejor articulación del currículo del área de ciencias, solo 207 de los 2296 participantes están en el nivel inferior al bajo.

El mayor número de estudiantes del País Vasco se ubican en el nivel intermedio de desempeño y los estudiantes colombianos se localizan, mayoritariamente, en el nivel de desempeño inferior al bajo, por eso le han reportado como analfabeta científico; en el nivel inferior al bajo se establecieron 1998 de los 4873 estudiantes colombianos participantes en la prueba.

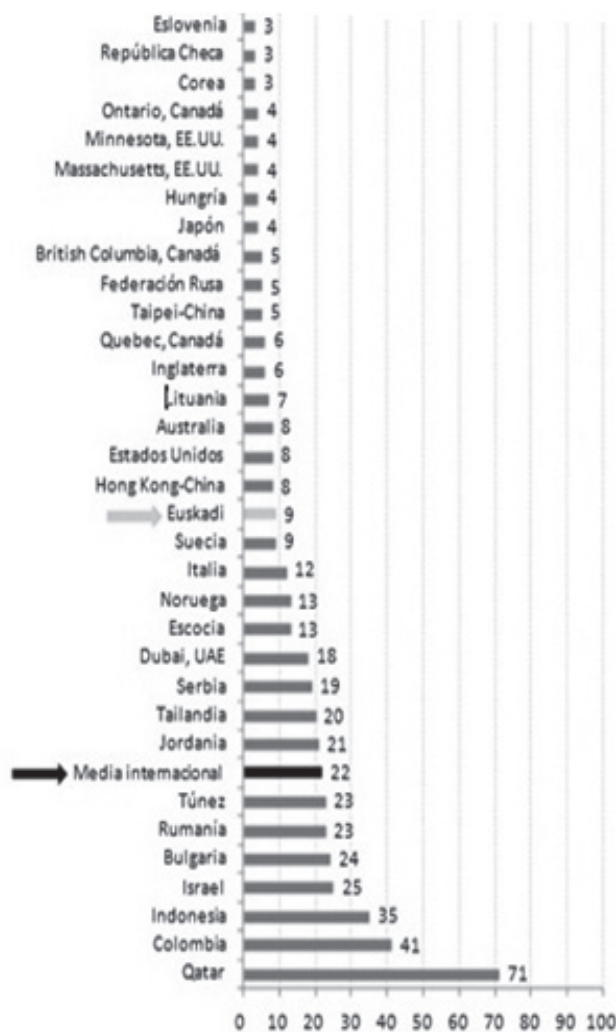
El 40% de los estudiantes del País Vasco-Euskadi (España), se ubicaron en el nivel intermedio, que corresponde a 918 estudiantes de los 2296.

Como lo señala el Isei-Ivei (2008) los retos de cualquier sistema educativo, adicional a los buenos resultados, consisten en lograr equidad y obtener porcentajes elevados de excelencia por parte de sus alumnos.

El análisis de la equidad en ciencias que plantea el Isei-Ivei (2008) a través de la prueba TIMSS 2007, se refiere a la determinación de la equidad de los sistemas educativos, teniendo como base el porcentaje de alumnos que no alcanza los 400 puntos en la prueba; este porcentaje se conoce como índice de equidad absoluta. Este se lee como el porcentaje de alumnos que no consigue un mínimo de alfabetización en ciencias; los resultados se describen en la figura 3.18. Colombia obtuvo un índice de 41% y País Vasco-Euskadi (España) un índice de 9%. La media internacional es 22%.

A continuación se describen los análisis que hace TIMSS sobre la equidad y que nos invitan a reflexionar sobre la importancia de la educación con calidad para todos, acción que debe ser una apuesta de los sistemas educativos. Colombia avanza en cobertura y calidad a través de diversos proyectos como *COMPUTADORES PARA TODOS*, cobertura en zonas apartadas, competencias en educación virtual, entre otras.

Figura 3.18. Índice de equidad absoluta en ciencias TIMSS 2007.



Fuente: Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (2008). TIMSS 2007. Resultados en matemáticas y ciencias en el País Vasco. Gobierno Vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación

Para complementar el análisis el Isei-Ivei (2008) plantea analizar la equidad relativa que corresponde al porcentaje de alumnos que se encuentra en los niveles intermedios. La media internacional fue de 75%. País Vasco- Euskadi (España) obtuvo un 88% y Colombia un 58%, los resultados generales se presentan en la figura 3.19.

Figura 3.19. Índice de equidad relativa en ciencias TIMSS 2007.



Fuente: Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (2008). TIMSS 2007. Resultados en matemáticas y ciencias en el País Vasco. Gobierno Vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación

La excelencia se plantea como la proporción de alumnos que obtienen puntajes mayores a 625 puntos; el porcentaje de estudiantes españoles que se encuentran en este nivel para País Vasco-Euskadi (España) corresponde a un 3% y para Colombia al 1%. La media internacional es 3%. Los resultados globales se presentan en la figura 3.20.

Figura 3.20. Índice de excelencia en ciencias TIMSS 2007.



Fuente: Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (2008). TIMSS 2007. Resultados en matemáticas y ciencias en el País Vasco. Gobierno Vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación

En el año 2009 la Agencia Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo, IEA, libera las preguntas empleadas en la prueba TIMSS 2007 y ediciones anteriores, bajo el título: *TIMSS 2007. User Guide for the International Database*, publicada posteriormente por el Ministerio de Educación en Madrid España en 2011. De las 145 preguntas liberadas 71 corresponden al área de ciencias y su divulgación tiene como objetivo que los ejemplos le sirvan al profesorado para reflexionar y mejorar la enseñanza de las ciencias.

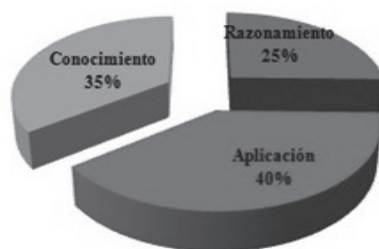


Análisis de los ítems que conforman las pruebas TIMSS

Como insumo para la evaluación de los currículos en el área de ciencias para Colombia y España se presenta de manera general la estructuración de la prueba TIMSS 2007; es importante conocer cómo se estructuran las pruebas masivas internacionales de área para capacitación docente y mejorar en los sistemas nacionales de evaluación.

Los ítems liberados por IEA corresponden a cuarto de primaria; en la figura 3.21 se analiza la distribución en la prueba por dominios cognitivos.

Figura 3.21. *Dominios cognitivos evaluados en TIMSS 2007.*



Fuente: distribución de ítems en TIMSS área ciencias, elaboración a partir de la información del Ministerio de Educación Español (2011). TIMSS 2007. Guía del usuario para la Base de Datos Internacional. Preguntas de ciencias y matemáticas cuarto de primaria

En los 71 ítems liberados de cuarto grado los dominios de contenidos se distribuyen como se presentan en la figura 3.22 y el tipo se consolida como se pormenoriza en la figura 3.23.

La prueba TIMSS 2007 de cuarto grado se estructuró dándole mayor relevancia a lo que pueden hacer los estudiantes con los conocimientos que tienen sobre las ciencias, por eso el 41% corresponde al dominio cognitivo aplicación.

Figura 3.22. *Distribución de los dominios de contenido en los ítems de ciencias en TIMSS 2007.*



Fuente: datos de 71 ítems liberados para grado cuarto, elaboración a partir de la información del Ministerio de Educación Español (2011). TIMSS 2007. Guía del usuario Base de Datos Internacional. Preguntas de ciencia y matemática para cuarto de primaria. Madrid, España.

En la prueba TIMSS se evalúa las ciencias de la vida, asociadas al conocimiento de los tipos, características y clasificación de los seres vivos, la estructura, función y los procesos vitales de los organismos, el proceder de la célula, el desarrollo y ciclos de vida de los cuerpos, la reproducción y herencia; la diversidad, adaptación y selección natural, los ecosistemas y la salud humana. Esta área de ciencias de la vida tiene una distribución del 41% en la prueba masiva para grado cuarto.

De acuerdo a la proporción en la distribución de los dominios de contenido el segundo corresponde a las ciencias de la vida, el cual abarca el conocimiento de la física y química de manera general y en particular el conocimiento que los estudiantes pueden tener acerca de la clasificación y composición de la materia, su estructura, las propiedades y usos del agua; el cambio químico, los ácidos y las bases. En física se evalúa el conocimiento sobre los estados físicos y cambios de la materia, tipos, fuentes y conversiones de energía; calor y temperatura, la luz, la electricidad y magnetismo, fuerzas y movimiento.

La menor proporción en la distribución por dominio de contenido corresponde a las ciencias de la Tierra, que comprende el conocimiento que los estudiantes pueden demostrar sobre la estructura y rasgos de la Tierra, proceso, ciclos e historia de la tierra; la Tierra en el Sistema Solar y en el universo. TIMSS 2007 evalúa las ciencias medioambientales de manera independiente, los estudiantes deben demostrar conocimiento sobre cambios en la población, utilización y conservación de los recursos naturales y transformación en el medio ambiente; para cuarto grado se indaga sobre los conocimientos relativos a la utilización y conservación de los recursos naturales, aspectos que se incluyen en las ciencias de la Tierra. Por lo anterior las ciencias medioambientales no se circunscriben en la figura 3.22.

Figura 3.23. Tipos de ítems en la prueba de ciencias TIMSS 2007.



Fuente: ítems para la prueba aplicada a cuarto grado, elaboración a partir de la información del Ministerio de Educación Español (2011). TIMSS 2007. Guía del usuario para la Base de Datos Internacional. Preguntas de ciencia y matemática para cuarto de primaria. Madrid, España.

Los ítems de repuesta abierta que conforman las pruebas TIMSS para cuarto grado tienen las características descritas en las figuras 3.24 y 3.25. Estas y otras pueden consultarse en línea a través del siguiente link: <http://ur1.ca/dmyxo>.

Figura 3.24. Descripción de un ítem empleado en la prueba de ciencias TIMSS 2007.

Pregunta	C031445A,B	Materia	C	Curso	4	Bloque	C01	Sec. Bloque	02

Investigación sobre una camiseta blanca

Emilio y Andrés se preguntaron cómo se verían otras camisetas de otros colores con las diferentes luces. Cogieron una camiseta blanca y la observaron a la luz de cada bombilla. Los siguientes dibujos muestran lo que vieron.

La camiseta blanca vista con bombillas de distintos colores

Bombilla blanca	Bombilla roja	Bombilla amarilla	Bombilla verde
			
Se ve blanca	Se ve roja	Se ve amarilla	Se ve verde

A. Describe los resultados de la investigación de Emilio y Andrés acerca de la camiseta blanca.

TIMSS 2007

Ciencias

4º Primaria

Dominio de contenidos

Ciencias físicas

Dominio cognitivo

Razonamiento

Puntuación máxima

1

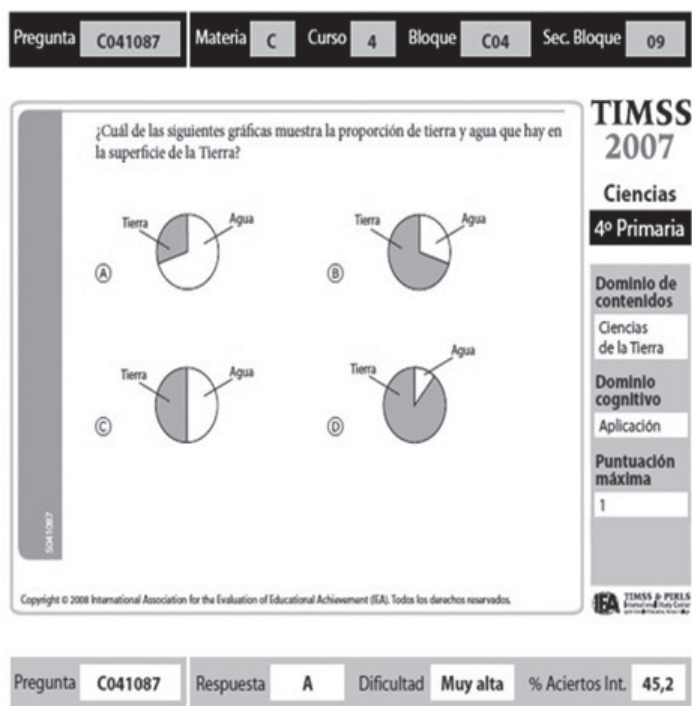
Pregunta	C031445A	Respuesta	Abierta	Dificultad	Alta	% Aciertos Int.	34,3

Nota: Para que las respuestas se consideren correctas, deben hacer referencia al cambio de color de la camiseta como resultado de las distintas fuentes de luz (la camiseta parece del mismo color que la bombilla, o es de un color distinto dependiendo de las bombillas). Las respuestas que presenten una descripción literal de lo que se muestra en el dibujo deben describir al menos dos de las condiciones que indican un cambio de color para que se les aplique el código 10. A las respuestas que describan únicamente un color se les aplicará el código 79.

Código de corrección	CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LAS RESPUESTAS
Respuesta correcta	
10	Se ha escrito que el color de la camiseta cambiaba (a la luz de bombillas de diferentes colores). <i>Ejemplos:</i> Como la camiseta era blanca, mostraba el color de la bombilla. Ellos veían que la camiseta cambiaba de color y cogía el color de la bombilla. La camiseta se veía blanca con la luz blanca, roja con la roja, amarilla con la amarilla y verde con la verde. Cuando la luz cambiaba, el color de la camiseta cambiaba. Ellos veían que la camiseta cambiaba de color cada vez.
19	Otras respuestas correctas.
Respuesta incorrecta	
70	Se habla de un cambio en la camiseta o en su aspecto, pero NO se menciona explícitamente el color. <i>Ejemplos:</i> Ellos la vieron cambiar otra vez. Se volvió más oscura. Se veía diferente cada vez.
79	Otras respuestas incorrectas (incluidas respuestas tachadas/borradadas, marcas fuera de su sitio, respuestas ilegibles o inapropiadas). <i>Ejemplos:</i> La camiseta se veía amarilla con la luz amarilla.
Sin respuesta	
99	En blanco.

Fuente: Ministerio de Educación Español (2011). TIMSS 2007. Guía del usuario para la Base de Datos Internacional. Preguntas de ciencia y matemática para cuarto de primaria. Madrid, España.

Figura 3.25. Descripción de ítems empleados en la prueba de ciencias TIMSS 2007.



Ministerio de Educación Español (2011). TIMSS 2007. Guía del usuario para la Base de Datos Internacional. Preguntas de ciencia y matemática para cuarto de primaria. Madrid, España.

En la tabla 3.18 se presenta el resumen de los promedios obtenidos por los estudiantes colombianos y españoles en las pruebas internacionales masivas a gran escala en el área de ciencias.

Tabla 3.18. Resumen de los promedios obtenidos de los estudiantes participantes en las pruebas PISA 2006-2009 y TIMSS 2007.

Programa				
	PISA 2006	PISA 2009	TIMSS 2007	
			Grado 4°	Grado 8°
Promedio general Colombia	381,0	398,6	377,5	398,5
Promedio general España	476,3	484,0	-	498,5 País Vasco



Puntaje promedio en ciencias Colombia	388,0	402,0	400,0	417,0 País Vasco
Puntaje promedio en ciencias España	488,0	488,0		498,0 País Vasco
Puesto de Colombia prueba ciencias	52/57	54/65	37/43	47/56
Puesto de España prueba ciencias	27/57	36/65	-	13/56 País Vasco
Puntaje máximo (país)	552,6 Finlandia	577,0 Shanghai	593 Singapur	580 Singapur
Puntaje mínimo (país)	306 Kirguistán	325 Kirguistán	210,5 Yemen	313 Qatar
Puntaje máximo ciencias (país)	563 Finlandia	575 Shanghai	587 Singapur	567 Singapur
Puntaje mínimo ciencias (País)	322 Kirguistán	330 Kirguistán	211 Yemen	313 Qatar

Fuente: pruebas PISA 2006-2009 y TIMSS 2007. Se presentan los lugares que ocupan España y Colombia en cada una de las pruebas

Los resultados promedio de España son mayores en las pruebas masivas internacionales en el área de ciencias, España se ubica mejor en los resultados generales, casi en el lugar de la mitad de los países participantes; esto se asume en contraste a los resultados obtenidos por Colombia, que se ubica en los últimos niveles, alejado de la mitad de los países participantes.

Con respecto al éxito de Finlandia es importante resaltar, como lo señala García (2009), que este se debe, entre otros aspectos, al clima en las aulas escolares, caracterizado por el orden, el respeto y la disciplina; el docente guarda las distancias con sus alumnos y hace valer su autoridad, producto de una escuela comprensiva con el objetivo explícito de dar a cada alumno una formación excelente.

Académicos finlandeses como Simola (2005) previenen del necesario alejamiento de los sistemas educativos de las “modas pedagógicas”, Finlandia no las ha seguido. Y tampoco pretende hacerlo (citado en García, 2009, p. 146).

Finalmente, en la tabla 3.19, se presentan las respuestas liberadas del cuestionario que respondieron los directores de cada centro de España y Colombia durante la prueba TIMSS (2007) para el análisis global de la gestión de las instituciones. Disponible en: <http://ur1.ca/9dc8q>.

Tabla 3.19. *Respuestas cuestionario director de centro TIMSS 2007.*

España (País Vasco)	Los grados 3° - 6° son para la educación primaria. Los grados 7° - 9° son para secundaria. Obligatoria secundaria. En el grado 10° se separan las ciencias por áreas.
	Un nuevo plan de estudios, de acuerdo con la nueva Ley de Educación, llamada LOE (2006), fue aprobado esta semana (octubre 2007).
	El nuevo plan de estudios específica, por primera vez, las competencias básicas en matemáticas que deben ser adquiridas.
	Para las sesiones de recuperación el profesor divide la clase durante una hora. En el peor grupo hay menos estudiantes, con un profesor a la fuerza en la clase de matemáticas.
	Hay un plan de recuperación para aquellos estudiantes con bajos logros.
	Los niños comienzan la escuela durante el año calendario de su sexto cumpleaños.
	No hay habilidades básicas, pero sí los procedimientos.
	El acceso a la universidad es al finalizar el grado doce.
Colombia	Aunque no existe un plan nacional de estudios en sentido estricto, hay una serie de Directrices Curriculares y Estándares Básicos de Competencia que establecen lo que los estudiantes deben saber y ser capaces de hacer después de completar los ciclos de educación primaria y secundaria diferentes. El decreto 230 de 2003, artículo 2, contempla la preparación de directrices para el diseño curricular en la escuela, que debe reflejar las normas de competencia y directrices básicas curriculares. Sin embargo, las instituciones de educación son relativamente autónomas para decidir la orientación de su propio currículo, de acuerdo con las instrucciones contenidas en el artículo 23 de la ley 115 (Ley General de Educación). Las metas y los fines de la educación, los documentos tales como las normas de competencia básica y Directrices Curriculares, son emitidos por el Ministerio de Educación para las áreas académicas básicas y obligatorias, entre ellas las ciencias naturales y matemáticas.
	Si bien el artículo 78, Ley 115, contempla la autonomía curricular, las normas de competencias básicas son los elementos primarios que cada estudiante debe saber y ser capaz de hacer al finalizar el ciclo.
	Las normas básicas de competencia se configuran en la etapa de apropiación en las escuelas, es por eso que no han sido modificadas desde julio de 2004.
	El Ministerio de Educación ha diseñado un proyecto a desarrollar en el período 2007-2010, denominado “uso y apropiación de los medios de comunicación y nuevas tecnologías”.
	La Ley 115 de 1994 y el decreto 230 de 2002 permite la autonomía de subvención a las instituciones educativas para abordar planes de estudio con diferentes niveles de dificultad.
	Normas de socialización y talleres de apropiación.
	Teniendo en cuenta el hecho de que las escuelas son autónomas en el establecimiento de currículos y planes de estudio, no existe una normativa sobre el número de horas semanales que se asignará a la ciencia y a las áreas de matemáticas. El artículo 23 de la Ley 115 contempla que al menos el 80% del plan de estudio en cualquier escuela debe ser asignado a las áreas de las ciencias naturales y educación ambiental, ciencias sociales, la educación artística, la ética y la educación en valores, educación física y el deporte, la educación religiosa, las humanidades y el lenguaje, las matemáticas y la tecnología de las que las escuelas son autónomas en el establecimiento de currículos y planes de estudio. No existe una normativa sobre el número de horas semanales que se asignará a la ciencia y las áreas de matemáticas.
	No existe ningún certificado profesional de la enseñanza.
	Las prácticas de enseñanza se requieren de aquellos que obtienen un título de grado en la educación y de los que asistieron a las escuelas de magisterio como un requisito de graduación. Estas prácticas no están incluidas en los programas seguidos por los profesionales de otras áreas.
	Icfes es el organismo encargado de administrar el Examen de Estado para la Admisión a la Educación Superior a todos los estudiantes en el país, esta prueba se aplica en el undécimo grado.
	La familia, como núcleo fundamental de la sociedad, es responsable de registrar a los niños en la escuela, participar en las asociaciones de padres, recibir informes sobre el desempeño académico de sus hijos y su comportamiento.
	Esta información no se dirige directamente a los padres, sino al público en general.

Fuente: elaboración fundamentada en la información registrada en TIMSS 2007. Disponible en: <http://ur1.ca/9dc8q>



A partir de la escasa información se contrasta que España tiene seis grados en primaria y Colombia cinco. Los estudiantes españoles acceden a la universidad en grado doce y los colombianos ingresan en grado once.

En España los profesores plantean una clase de recuperación con los estudiantes que la requieren y se puede inferir que la hace con un grupo pequeño de estudiantes.

Se reporta por parte de los coordinadores de España la implementación de un nuevo plan de estudios a partir de 2007, que incluye la descripción por competencias.

El Icfes, a partir de 2009, cambió su naturaleza de Instituto para el Fomento de la Educación Superior, por Instituto Nacional de Evaluación. El decreto de evaluación que se reportó como vigente para 2007 se modificó en 2009.

La información recolectada por TIMSS 2007 a través de un cuestionario y que complementaron los directores no aparece discriminada claramente en el repositorio ubicado en <http://ur1.ca/9dc8q>

Determinar la proporción de estudiantes con alta motivación por las ciencias en la prueba PISA 2006

La prueba de homogeneidad permitirá establecer la proporción de la motivación estimada como intrínseca y extrínseca en la prueba PISA 2006.

En una prueba de homogeneidad de una tabla de contingencia juzgamos la hipótesis nula de que poblaciones diferentes tienen las mismas proporciones de algunas características. Para esto utilizamos la distribución chi-cuadrado con este estadístico de prueba:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Y grados de libertad = $(r - 1)(c - 1)$ donde r es el número de renglones y c es el número de columnas.

En PISA 2006 se evaluaron los niveles de motivación intrínseca y extrínseca de los estudiantes por las ciencias, para cada ítem de motivación se crea una tabla de contingencia con los datos de los alumnos participantes de Colombia y España; se desea considerar la hipótesis nula de que estas poblaciones tienen las mismas proporciones de motivación, se establece entonces para cada ítem un $\alpha = 0.05$ para juzgar las hipótesis.

Motivación Intrínseca

Interés general por las ciencias

Tabla 3.20. Comparación de la selección del interés por la biología.

Biología humana	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	4120	358
España	11800	8200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006

 $\chi^2 = 1752.845$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por la biología humana son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.21. Comparación de la selección del interés sobre temas de astronomía.

Temas de astronomía	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3538	940
España	8600	11400

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006

 $\chi^2 = 1897.743$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por temas de astronomía son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.22. Comparación de la selección sobre el interés por temas de química.

Temas de química	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3717	761
España	7200	12800

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006

 $\chi^2 = 3271.885$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por temas de química son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

**Tabla 3.23.** Comparación de la selección sobre el interés en temas de física.

Temas de física	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3582	896
España	7000	13000

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 3017.762$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por temas de física son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.24. Comparación de la descripción sobre el interés por la biología de las plantas.

La biología de las plantas	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3851	627
España	8200	11800

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 2964.089$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por la biología de las plantas son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.25. Comparación de la selección sobre el interés por cómo diseñan los científicos sus experimentos.

Cómo diseñan los científicos sus experimentos	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3538	940
España	8600	11400

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 1897.743$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por cómo diseñan los científicos sus experimentos son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.26. Comparación de la selección sobre el interés por temas de geología.

Temas de geología	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3269	1209
España	6800	13200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 2298.417$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas nivel de interés por temas de geología son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.27. Comparación de la selección sobre el interés por requisitos de las explicaciones científicas.

Requisitos de las explicaciones científicas	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3359	1120
España	5800	14200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 3306.041$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas nivel de interés por los requisitos de las explicaciones científicas son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Disfrute de las ciencias

Tabla 3.28. Comparación de la selección disfruto adquiriendo nuevos conocimientos en ciencias.

Disfruto adquiriendo nuevos conocimientos de ciencias	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	4030	448
España	12600	7400

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.



$$\chi^2 = 1224.116, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas disfruto adquiriendo nuevos conocimientos de ciencias son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.29. Comparación de la selección generalmente me divierto cuando aprendo temas de ciencias.

Generalmente me divierto cuando aprendo temas de ciencias	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3985	493
España	11800	8200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$$\chi^2 = 1436.967, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas generalmente me divierto cuando aprendo temas de ciencias son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.30. Comparación de la descripción me interesa aprender ciencias.

Me interesa aprender ciencias	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	4209	269
España	13800	6200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$$\chi^2 = 1175.425, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas me interesa aprender ciencias son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.31. Comparación de la selección me gusta leer sobre ciencias.

Me gusta leer sobre ciencias	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3806	672
España	9000	11000

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$$\chi^2 = 2345.88, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas nivel de interés por me gusta leer sobre ciencias son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.32. Comparación de la selección me siento a gusto haciendo problemas de ciencias.

Me siento a gusto haciendo problemas de ciencias	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3179	1299
España	5400	14600

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 3110.437$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por me siento a gusto haciendo problemas de ciencias son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Interés por aprender temas de ciencias

Lluvia ácida

Tabla 3.33. Comparación de la selección sobre el interés por conocer qué actividades humanas contribuyen más a la lluvia ácida.

Conocer qué actividades humanas contribuyen más a la lluvia ácida	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3582	896
España	14000	6000

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 180.488$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por conocer qué actividades humanas contribuyen más a la lluvia ácida son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.34. Comparación de la selección sobre el interés por aprender sobre las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan lluvias ácidas.

Aprender sobre las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan lluvias ácidas	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3941	761
España	14000	6000

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.



$$\chi^2 = 365.5224, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas con respecto al nivel de interés por aprender sobre las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan lluvias ácidas son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.35. Comparación de la selección sobre el interés por comprender los métodos utilizados para reparar los edificios dañados por la lluvia ácida.

Comprender los métodos utilizados para reparar los edificios dañados por la lluvia ácida	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3269	1209
España	11800	8200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$$\chi^2 = 303.1107, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por comprender los métodos utilizados para reparar los edificios dañados por la lluvia ácida son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Cultivos genéticamente modificados

Tabla 3.36. Comparación de la descripción sobre el interés por aprender acerca de los procesos mediante los cuales se modifican genéticamente las plantas.

Aprender acerca de los procesos mediante los cuales se modifican genéticamente las plantas	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3582	896
España	12000	8000

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$$\chi^2 = 632.0392, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por aprender acerca de los procesos mediante los cuales se modifican genéticamente las plantas son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.37. Comparación de la selección sobre el interés por aprender por qué algunas plantas no se ven afectas por los herbicidas.

Aprender por qué algunas plantas no se ven afectadas por los herbicidas	Interés elevado o medio	Interés "bajo"
Colombia	3806	672
España	11800	8200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006

$\chi^2 = 1069.793$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por aprender por qué algunas plantas no se ven afectadas por los herbicidas son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.38 Comparación de la selección sobre el interés por comprender mejor la diferencia entre los cruces y la modificación genética de las plantas

Comprender mejor la diferencia entre los cruces y la modificación genética de las plantas	Interés elevado o medio	Interés "bajo"
Colombia	3538	940
España	11200	8800

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 808.4787$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por comprender mejor la diferencia entre los cruces y la modificación genética de las plantas son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Motivación extrínseca

Índice de motivación fundamental para aprender ciencias

Tabla 3.39. Comparación de la selección sobre estudio ciencias en el colegio porque sé que son útiles para mí.

Estudio ciencias en el colegio porque sé que son útiles para mí	Interés elevado o medio	Interés "bajo"
Colombia	4030	448
España	13200	6800

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.



$$\chi^2 = 1010.759, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés de estudio ciencias en el colegio porque sé que son útiles para mí son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.40. Comparación de la selección sobre el interés por esforzarme en las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena porque me ayudará en el trabajo que quiero hacer más adelante

Esforzarme en las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena porque me ayudará en el trabajo que quiero hacer más adelante	Interés elevado o medio	Interés "bajo"
Colombia	3896	582
España	13200	6800

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$$\chi^2 = 766.2833, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por esforzarme en las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena porque me ayudará en el trabajo que quiero hacer más adelante son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.41. Comparación de la selección sobre el interés de estudiar las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena para mí porque lo que aprendo mejorará mis perspectivas profesionales

Estudiar las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena para mí porque lo que aprendo mejorará mis perspectivas profesionales	Interés elevado o medio	Interés "bajo"
Colombia	3762	716
España	12600	7400

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$$\chi^2 = 728.7749, \text{ grados de libertad} = 1, \text{ Valor-P} < 2.2\text{e-}16$$

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por estudiar las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena para mí porque lo que aprendo mejorará mis perspectivas profesionales son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.42. Comparación de la selección aprenderé muchas cosas en las asignaturas de ciencia del colegio que me ayudarán a conseguir un trabajo.

Aprenderé muchas cosas en las asignaturas de ciencia del colegio que me ayudarán a conseguir un trabajo	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3538	940
España	12400	7600

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

 $\chi^2 = 465.9396$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por la selección aprenderé muchas cosas en las asignaturas de ciencia del colegio que me ayudarán a conseguir un trabajo son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.43. Comparación de la descripción sobre lo que aprenda en las asignaturas de ciencias del colegio es importante para mí porque lo necesito para lo que quiero estudiar más adelante.

Lo que aprenda en las asignaturas de ciencias del colegio es importante para mí porque lo necesito para lo que quiero estudiar más adelante	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	3627	851
España	10800	9200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

 $\chi^2 = 1101.8$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por lo que aprenda en las asignaturas de ciencias del colegio es importante para mí porque lo necesito para lo que quiero estudiar más adelante son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Índice de motivación para aprender ciencias

Tabla 3.44. Comparación de la selección me gustaría trabajar en una profesión relacionada con las ciencias

Me gustaría trabajar en una profesión relacionada con las ciencias	Interés elevado o medio	Interés “bajo”
Colombia	2955	1523
España	8200	11800

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.



$\chi^2 = 921.1406$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por me gustaría trabajar en una profesión relacionada con las ciencias son iguales para los alumnos de Colombia y los alumnos de España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.45. Comparación de la selección me gustaría estudiar ciencias después de los estudios de secundaria.

Me gustaría estudiar ciencias después de los estudios de secundaria	Interés elevado o medio	Interés "bajo"
Colombia	2329	2149
España	7800	12200

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 255.2964$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por me gustaría estudiar ciencias después de los estudios de secundaria son iguales para los alumnos de Colombia y de España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.46. Comparación de la selección me gustaría trabajar de adulto en proyectos de ciencias.

Me gustaría trabajar de adulto en proyectos de ciencias	Interés elevado o medio	Interés "bajo"
Colombia	2821	1657
España	5200	14800

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 2273.217$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés por me gustaría trabajar de adulto en proyectos de ciencias son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

Tabla 3.47. Comparación de la selección sobre me gustaría dedicar mi vida a las ciencias avanzadas.

Me gustaría dedicar mi vida a las ciencias avanzadas	Interés elevado o medio	Interés "bajo"
Colombia	1881	2597
España	4600	15400

Fuente: elaboración fundamentada en los datos PISA 2006.

$\chi^2 = 678.891$, grados de libertad = 1, Valor-P < 2.2e-16

Hipótesis nula: las proporciones de las respuestas sobre el nivel de interés de la selección me gustaría dedicar mi vida a las ciencias avanzadas son iguales para los alumnos de Colombia y España.

Hipótesis alterna: las proporciones son diferentes.

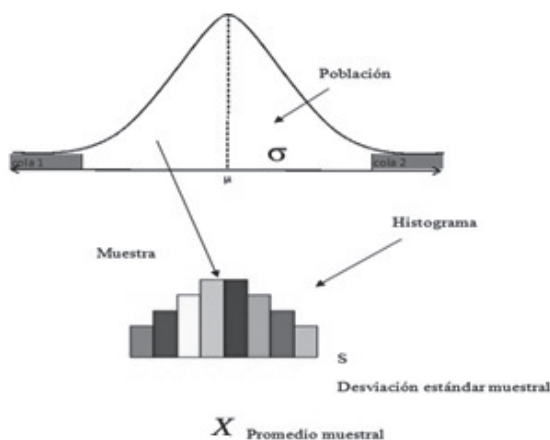
Para todos los ítems de motivación medidos en la prueba PISA 2006 se rechaza la hipótesis nula de igualdad de proporciones en el nivel de las ciencias para los alumnos de Colombia y España.

Comparación del rendimiento promedio entre estudiantes colombianos y españoles.

Para fortalecer el proceso comparativo se utilizó la inferencia estadística a través de la estimación de parámetros y prueba de hipótesis con el fin de sustentar algunas conclusiones sobre los desempeños de la población colombiana y española.

La experiencia de las hipótesis formuladas como función estadística permitirá establecer cuál población promedio de participantes tiene mayor rendimiento en las pruebas internacionales masivas estudiadas en el área de ciencias.

Figura 3.26. Relación entre una población y una muestra.



Fuente: elaboración a partir de las figuras tomadas de <http://ur1.ca/dju4m> y <http://ur1.ca/dju4s>

Estimación por intervalos

Una estimación de intervalo para un parámetro de la población, denominado intervalo de confianza (IC), es una aplicación que contiene la característica desconocida de una población con una probabilidad de $(1-\alpha)$. Se calcula a través de una muestra



de la población total; este intervalo se construye con el objetivo de obtener una alta confianza que contenga el parámetro poblacional desconocido. Los intervalos de confianza son ampliamente utilizados en la ingeniería y las ciencias.

Para una distribución normal se sabe que el 95% de la distribución está en el intervalo:

$$\mu - 1,96\sigma, \mu + 1,96\sigma$$

Sin embargo esto no es un intervalo de confianza útil porque los parámetros μ y σ son desconocidos.

Ahora, utilizando la estimación puntual $\bar{x}$ y s para la media y la desviación estándar respectiva, el resultado del intervalo será de la forma:

$$\bar{x} - ks, \bar{x} + ks$$

Donde k es una constante apropiada que representa los cuantiles en una distribución de probabilidad apropiada.

Intervalo de confianza de la media de una distribución normal con varianza conocida

Las ideas básicas de un intervalo de confianza (IC) son las más fáciles de entender por considerar inicialmente una situación simple. Supongamos que tenemos una población normal con media desconocida μ y varianza conocida σ^2 . Este es un escenario poco realista, ya que normalmente se conoce la media de la distribución antes de que sepamos la varianza. Sin embargo, en las siguientes secciones, vamos a considerar intervalos de confianza para las actuales situaciones más generales.

Desarrollo del intervalo de confianza y sus propiedades básicas

Supongamos que $X_1, X_2, \dots, X_n$ es una muestra aleatoria de una distribución normal con parámetros μ y σ desconocidos, es decir, con media y varianza poblacional desconocida. Se sabe que si la muestra se distribuye normalmente podemos estandarizar restando la media y dividiendo por la desviación estándar, lo que resulta en la variable:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Ahora, por el teorema del límite central Z se tiene una distribución normal estándar.

Una estimación del intervalo de confianza para m es un intervalo de la forma $l \leq \mu \leq u$, donde los puntos finales l y u se calculan a partir de los datos de la muestra. Debido a que diferentes muestras producen diferentes valores de L y U estos puntos finales son los valores de las variables aleatorias L y U , respectivamente.

Supongamos que podemos determinar los valores de L y U tales que la siguiente probabilidad es una afirmación cierta:

$$P\{L \leq \mu \leq U\} = 1 - \alpha$$

Donde $0 \leq \alpha \leq 1$. Hay una probabilidad de $(1 - \alpha)$ para seleccionar una muestra para que el IC contenga el verdadero valor de μ . Una vez que hemos seleccionado la muestra, a fin de que $X_1=x_1, X_2=x_2, \dots, X_n=x_n$, y computando L y U , el intervalo de confianza resultante para μ es:

$$l \leq \mu \leq u$$

Los puntos finales o límites L y U son los llamados límites inferior y superior de confianza, respectivamente, y $1 - \alpha$ es llamado el coeficiente de confianza.

En nuestra situación problema, ya que tiene una distribución normal estándar, podemos escribir:

$$P\left\{-z_{\alpha/2} \leq \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \leq z_{\alpha/2}\right\} = 1 - \alpha$$

Ahora, manipular las cantidades dentro de los paréntesis multiplicando por $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, y restando de cada termino $\bar{x}$, y multiplicando por (-1) , esto da como resultado:

$$P\left\{\bar{x} - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right\} = 1 - \alpha$$

Esto lleva a la siguiente definición.

Definición:

Si $\bar{x}$ es la media muestral de una muestra aleatoria de tamaño n de una población normal con varianza conocida σ^2 , un CI al $100(1 - \alpha)\%$ para μ está dado por:

$$\bar{x} - z_{\alpha/2} \sigma / \sqrt{n} \leq \mu \leq \bar{x} + z_{\alpha/2} \sigma / \sqrt{n}$$

donde $z_{\alpha/2}$ es el percentil superior de la distribución normal estándar.

El intervalo de confianza para $\mu_1 - \mu_2$ con σ_1^2 y σ_2^2 es desconocido pero se asumen desiguales $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$.



$$\left[(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm t_{\frac{\alpha}{2}(V)} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \right]$$

Donde:

$$V = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} \right]}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2} \right]}{n_2 - 1}}$$

Puesto que $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \neq 1$ posee una confiabilidad del 95%, donde se representa el error estándar de los puntajes de la pruebas PISA de Colombia y España respectivamente, procedemos a realizar comparaciones entre las medias de los puntajes de PISA para Colombia y España a través de intervalos de confianza para diferencias de $(\mu_1 - \mu_2)$ de dos muestras aleatorias, independientes de la distribución aproximadamente normal con σ_1^2 y σ_2^2 desconocidas, pero que se asumen desiguales.

Frecuentemente se desea comparar la precisión de un instrumento de medición con el de otro, intuitivamente podríamos comparar las varianzas de dos poblaciones, σ_1^2 y σ_2^2 , utilizando el cociente de las varianzas muestrales $\frac{s_1^2}{s_2^2}$ y si es casi igual a 1 se tendrá poca evidencia para indicar que σ_1^2 y σ_2^2 no son iguales.

Intervalo de confianza para el cociente de varianzas

La distribución muestral del cociente de varianzas muestrales, cuando tenemos dos poblaciones normales e independientes es:

$$F = \frac{s_1^2 / \sigma_1^2}{s_2^2 / \sigma_2^2}$$

Donde esta variable tiene una distribución F con $n_1 - 1$ y $n_2 - 1$ grados de libertad.

A partir de aquí Walpole (2007) deduce el intervalo de confianza para el cociente de varianzas poblacionales al nivel de $(1 - \alpha)$ y obtiene la siguiente definición:

Definición:

Si s_1^2 y s_2^2 son las varianzas de muestras independientes de tamaño n_1 y n_2 , respectivamente, de poblaciones normales, entonces un intervalo de confianza de $(1-\alpha)100\%$ para $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$ es:

$$P \left[\frac{s_1^2}{s_2^2} \frac{1}{f_{\frac{\alpha}{2}}(v_1, v_2)} < \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} < \frac{s_1^2}{s_2^2} f_{\frac{\alpha}{2}}(v_2, v_1) \right] = 1 - \alpha$$

Donde $f_{\frac{\alpha}{2}}(v_1, v_2)$ es un valor f con $v_1 = n_1 - 1$ y $v_2 = n_2 - 1$ grados de libertad que deja un área de $\alpha/2$ a la derecha.

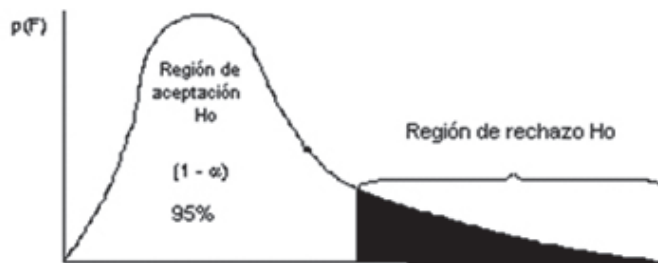
Intervalo de confianza para cociente de varianzas

Parámetro: cociente de dos varianzas de dos muestras aleatorias independientes de distribuciones aproximadamente normales.

$$\left[\frac{s_1^2}{s_2^2} \frac{1}{f_{\frac{\alpha}{2}}(n_1 - 1, n_2 - 1)}; \frac{s_1^2}{s_2^2} f_{\frac{\alpha}{2}}(n_2 - 1, n_1 - 1) \right]$$

$f_{\frac{\alpha}{2}}(n_1 - 1, n_2 - 1)$ y $f_{\frac{\alpha}{2}}(n_2 - 1, n_1 - 1)$ valor de la distribución F que deja $\alpha/2$ de probabilidad a la derecha con los grados de libertad que corresponda.

Figura 3.27. Prueba con IC a 95% $\alpha=0,05$.



Fuente: ajustado a partir del gráfico tomado de <http://ur1.ca/dkk26>



Intervalo de confianza para cociente de varianzas

Tabla 3.48. Intervalo de confianza para PISA 2006 prueba de ciencias

País	Muestra	Media $\bar{X}$	E.E
Colombia	4478	388	3,4
España	20000	488	2,6

Fuente: elaboración a partir de los datos suministrados en la prueba PISA 2006.

$$\left[\frac{3,4}{2,6}(0,9555); \frac{3,4}{2,6}(1,0473) \right]$$

$$[1,2495; 1,3695]$$

Dado que $1 \notin [1,2495; 1,3693]$ entonces rechazamos la hipótesis

$$\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$$

$$F_{0,025; 25999; 7920} = 1,0364$$

$$F_{0,975; 25999; 7920} = 0,9652$$

Tabla 3.49. Intervalo de confianza para PISA 2009 en el área de ciencias.

País	Muestra	Media $\bar{X}$	E.E
Colombia	7921	402	3,63
España	26000	488	2,05

Fuente: elaboración a partir de los datos suministrados en la prueba PISA 2009.

$$\left[\frac{3,63}{2,05}(0,9652); \frac{3,63}{2,05}(1,0364) \right]$$

$$[1,7091; 1,9189]$$

Dado que $1 \notin [1,7091; 1,9189]$ entonces rechazamos la hipótesis.

$$\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$$

$$F_{0,025; 25999; 7920} = 1,0364$$

$$F_{0,975; 25999; 7920} = 0,9652$$

Tabla 3.50. Intervalo de confianza TIMSS 2007 referido al área de ciencias.

País	Muestra	Media $\bar{X}$	E.E
Colombia	4873	417	3,5
España	2296	498	3,0

Fuente: elaboración a partir de los datos suministrados en la prueba PISA 2006.

$$\left[\frac{3,5}{3,0}(0,9330); \frac{3,5}{3,0}(1,07319) \right]$$

$$[1,0885; 1,2521]$$

Dado que $1 \notin [1,7091; 1,9189]$ entonces rechazamos la hipótesis.

$$\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$$

$$F_{0,025; 4879; 2296} = 1,2521$$

$$F_{0,975; 4879; 2296} = 1,0885$$

Análisis estadístico de las medias muestrales

PISA 2006 ciencias:

Medias muestrales = 388,0 y 488,0

Desviaciones estándar muestrales = 3,4 y 2,6

Tamaños de muestra = 4478 y 20000

Intervalo aproximado de intervalos de confianza del 95,0% para la diferencia entre medias: -100,0 +/- 0,105902 [-100,106,-99,8941]

Hipótesis nula: diferencia entre medias = 0,0

Alternativa: no igual

Estadístico t calculado = -1591,64

Valor-P = 0,0

Rechazar la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

(No asumiendo varianzas iguales).

**Análisis:**

Este análisis muestra los resultados obtenidos al realizar una prueba de hipótesis relativa a la diferencia entre dos medias ($\mu_1 - \mu_2$) de muestras provenientes de distribuciones normales. Las dos hipótesis a ser evaluadas aquí son:

Hipótesis nula: $\mu_1 - \mu_2 = 0,0$

Hipótesis alterna: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0,0$

Dada una muestra de 4478 observaciones con una media de 388,0 y una desviación estándar de 3,4 y una segunda muestra de 20000 observaciones con una media de 488,0 y una desviación estándar de 2,6, el estadístico t calculado es igual a -1850,74. Puesto que el valor -P para la prueba es menor que 0,05 puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $\mu_1 - \mu_2$ soportados por los datos caen entre -100,106 y -99,8941.

Nota: al realizar esta prueba no se ha supuesto que las desviaciones estándar de las dos muestras sean iguales.

PISA 2009 ciencias

Medias muestrales = 402,0 y 488,0

Desviaciones estándar muestrales = 3,63 y 2,05

Tamaños de muestra = 7921 y 26000

Intervalo aproximado del intervalo de confianza del 95,0% para la diferencia entre medias:

-86,0 $\pm$ 0,0837339 [-86,0837, -85,9163]

Hipótesis nula: diferencia entre medias = 0,0

Alternativa: no igual

Estadístico t calculado = -2013,01

Valor -P = 0,0

Rechazar la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

(No asumiendo varianzas iguales).

Análisis:

Este análisis muestra los resultados obtenidos al realizar una prueba de hipótesis relativa a la diferencia entre dos medias ($\mu_1 - \mu_2$) de muestras provenientes de distribuciones normales. Las dos hipótesis a ser evaluadas aquí son:

Hipótesis nula: $\mu_1 - \mu_2 = 0,0$

Hipótesis alterna: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0,0$

Dada una muestra de 7921 observaciones con una media de 402,0 y una desviación estándar de 3,63 y una segunda muestra de 26000 observaciones con una media de 488,0 y una desviación estándar de 2,05, el estadístico t calculado es igual a -2013,01. Puesto que el valor -P para la prueba es menor que 0,05, puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $\mu_1 - \mu_2$ soportados por los datos caen entre -86,0837 y -85,9163.

Nota: al realizar esta prueba no se ha supuesto que las desviaciones estándar de las dos muestras sean iguales.

TIMSS 2007 ciencias

Medias muestrales = 417,0 y 498,0

Desviaciones estándar muestrales = 3,5 y 3,0

Tamaños de muestra = 4873 y 2296

Intervalo aproximado del intervalo de confianza del 95,0% para la diferencia entre medias: -81,0 +/- 0,157216 [-81,1572, -80,8428]

Hipótesis nula: diferencia entre medias = 0,0

Alternativa: no igual

Estadístico t calculado = -1072,18

Valor -P = 0,0

Rechazar la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

(No asumiendo varianzas iguales).

Análisis:

Este análisis muestra los resultados obtenidos al realizar una prueba de hipótesis relativa a la diferencia entre dos medias ($\mu_1 - \mu_2$) de muestras provenientes de distribuciones normales. Las dos hipótesis a ser evaluadas aquí son:

Hipótesis nula: $\mu_1 - \mu_2 = 0,0$

Hipótesis alterna: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0,0$

Dada una muestra de 4478 observaciones con una media de 417,0 y una desviación estándar de 3,4 y una segunda muestra de 2296 observaciones con una media de 498,0 y una desviación estándar de 3,0, el estadístico t calculado es igual a -1072,18. Puesto que el valor -P para la prueba es menor que 0,05, puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $\mu_1 - \mu_2$ soportados por los datos caen entre -81,1572, -80,8428



Nota: al realizar esta prueba no se ha supuesto que las desviaciones estándar de las dos muestras sean iguales.

Análisis de los factores asociados al desempeño reportados por los organismos internacionales para PISA 2006-2009 y TIMSS 2007

Tabla 3.51. Reporte de factores asociados al desempeño en pruebas masivas.

PISA 2006	PISA 2009	TIMSS 2007
• Normas de admisión. • Existe un impacto negativo en el rendimiento al agrupar a los estudiantes según sus habilidades. • Nivel socioeconómico; altos promedios corresponden a niveles socioeconómicos favorables. • La financiación privada genera un efecto positivo. Sin embargo el rendimiento de los colegios privados no es superior al de los públicos cuando se tienen en cuenta los factores demográficos y socioeconómicos. • Seguimiento del rendimiento de los estudiantes. Esto tiene un efecto positivo en el rendimiento. • Número de horas dedicados a la ciencia. • Autonomía de los centros como efecto positivo. • Los recursos en relación con los resultados de los alumnos tienen una modesta influencia. • El nivel educativo de los padres permite mejores resultados para los participantes que tienen padres que han terminado la secundaria o tienen estudios universitarios.	• Nivel socioeconómico, bajo impacto negativo. • Repetición de cursos, impacto negativo. • Estándares educativos de alto nivel, efecto positivo. • Sistema de evaluación externo con pruebas estandarizadas, impacto positivo. • Repitencia, impacto negativo. • Número de ordenadores con acceso a internet, impacto positivo. • La educación temprana, impacto positivo. • Altos salarios de los docentes, efecto positivo • En Colombia los niños obtienen mejores puntajes que las niñas (32 puntos de diferencia en promedio).	• El nivel educativo de los padres está asociado a los resultados de los estudiantes. Los estudiantes cuyos padres no han terminado la secundaria obtienen 394 puntos en promedio y los estudiantes cuyos padres tienen educación superior obtienen 455 puntos. • La presencia de libros se asocia con mejores promedios en ciencias. Sin embargo para el caso de Colombia los que reportan tener menos de 10 libros obtienen en promedio 390 puntos y los que reportaron tener más de 200 libros 384. • Las actitudes positivas de los estudiantes hacia las ciencias se asocian a altos puntajes de desempeño. En el caso de Colombia los que manifestaron actitud positiva obtuvieron en promedio 419 puntos y los que no 425. • Asistencia a clase; se reportan mejores puntajes por parte de los estudiantes que asisten regularmente a las clases. • A mayor y mejor formación de los docentes más altos promedios obtienen los estudiantes. • Hay una asociación positiva entre los resultados de los estudiantes y la realización de trabajo colaborativo entre docentes.

Fuente: cuadro elaborado a partir de la información reportada por el Icfes (2010) y OCDE (2008)

Es importante señalar que para determinar los factores asociados al desempeño es necesario tener la información desde las fuentes primarias ya que los datos reportados por los organismos internacionales se basan en una información subjetiva recolectada por rectores, estudiantes y padres de familia.

Determinación de las semejanzas y diferencias en el currículo español y colombiano en el área de ciencias

Concordancias y diferencias en el currículo como materialización de las intencionalidades educativas: educación, sociedad y aprendizajes pretendidos

En la tabla 3.19 se relacionan los principales aspectos de los sistemas educativos colombiano y español para posteriormente evidenciar fortalezas y debilidades. Esta tabla se refiere a las etapas y áreas que se delimitan en el estudio de primaria y básica.

Tabla 3.52. *Paralelo entre el sistema educativo colombiano y español para determinar causas del bajo desempeño.*

Concordancias y diferencias		
¿Qué se compara?	Colombia	España
Constitución Política	1991. Concibe la educación como un derecho. Obligatoria por 10 años. Cobija a la población entre 5 a 15 años.	1978. Concibe la educación como un derecho Obligatoria por 10 años. Cobija a la población entre 6 a 16 años.
Ley General de Educación	Ley 115 de 1994.	Ley Orgánica de Educación 2006.
Fines	Se establecen como base del desarrollo humano el respeto, la tolerancia, la adquisición de conocimientos, ciudadanía, entre otros.	Se establecen como base del desarrollo humano el respeto, la tolerancia, la adquisición de conocimientos, ciudadanía, entre otros.
Normatividad	22 normas jurídicas base para garantizar la organización del servicio público de educación, administración de recursos, educación indígena, orientaciones curriculares, educación especial, evaluación docente, entre otros. Decretos. Resoluciones. Leyes.	7 normas jurídicas base para garantizar el derecho a la educación, mejora de la calidad, cualificación, órganos de gobierno, regulación de las enseñanzas, cualificación y formación profesoral, entre otros. Leyes.



Estructura del sistema	Educación pre-primaria: de 3 a 5 años; tres grados, el tercero es obligatorio. Básica primaria: de primero a quinto grado cobertura para niños de 6 a 10 años. Básica: nueve grados, cinco de básica primaria y cuatro de básica secundaria. Edad de permanencia en básica de 11 a 14 años.	Educación infantil de 0 a 6 años. 2 ciclos (0-3 y 3-6 años) es gratuito el ciclo de 3-6. Educación primaria: seis grados, tres ciclos. Educación básica: seis grados de educación primaria y cuatro de educación secundaria obligatoria. 10 grados. Edad promedio de permanencia en básica 13 a 16 años.
Áreas obligatorias	• Ciencias naturales y educación ambiental. • Ciencias sociales, historia, geografía. • Constitución política y democracia. • Educación artística. • Educación ética y en valores humanos. • Educación física, recreación y deporte. • Educación religiosa. • Humanidades, lengua castellana. • Idiomas extranjeros. • Matemáticas. • Tecnología e informática.	• Ciencias de la naturaleza. • Ciencias sociales, geografía e historia. • Educación física. • Educación para la ciudadanía y los derechos humanos. • Educación ético-cívica. • Educación plástica y visual. • Lengua castellana y literatura. • Lenguas extranjeras. • Matemáticas. • Música. • Tecnologías. • Religión. • Materias optativas a elegir (tres). • Biología y geología. • Educación plástica visual. • Física y química. • Latín. • Música. • Segunda lengua extranjera. • Tecnología. • Informática.
Horas para el área de ciencias	• La ley 115 da como orientación general un 80% del tiempo a ser distribuido de acuerdo a la consideración del centro educativo sobre las áreas obligatorias.	• El decreto Real 1631 establece horas claramente definidas para las áreas de ciencias de la naturaleza, biología, geología, física y química.
Horas que dedican los estudiantes de secundaria en el centro educativo a la semana	• 40 horas.	• 35 horas.

Ciencias/ áreas	• Ciencias naturales. • Biología, física y química.	• Primaria: área medio natural, social y cultural. • Enseñanza secundaria obligatoria. • Ciencias de la naturaleza.
Lineamientos curriculares en ciencias	• Estándares curriculares por competencias: la primera versión es de 1998 y la vigente corresponde a 2004. • Se realizan de acuerdo a mínimos establecidos y los planteles diseñan el currículo del área.	• Se establecen mediante el decreto Real 1631 de 2006.
Gestión del sistema escolar	• Modelo descentralizado. • Nación-entidades territoriales, departamentos y municipios.	• Modelo descentralizado. • Estado y comunidades autónomas.
Tipos de centros educativos	• Públicos y privados.	• Públicos y privados.
Vigilancia, cobertura y calidad del sistema educativo	• Ministerio de Educación Nacional MEN. • Viceministerio de educación preescolar, básica y media. • Viceministerio de Educación Superior.	• Ministerio de Educación. • En el ámbito universitario Ministerio de ciencia e innovación.
Base para la gestión del sistema educativo	• Plan Nacional de Desarrollo Educativo, el cual se sustenta en el plan de gobierno dentro del plan Decenal.	• Consejo Escolar del Estado.
Orientación Educativa	• Se asigna un orientador por plantel psicólogo, psicopedagogo o trabajador social.	• LOE 2006 establece como principio de la actividad educativa para favorecer la calidad: • Orientación en el aula. • Orientación del centro educativo. • Orientación del sector.
Instituto de evaluación	• Icfes a partir de 2009.	• INEE a partir de 1975. • Coordinación y participación del estado en pruebas internacionales.
Evaluaciones	• Generales de diagnóstico. • En primaria y básica Saber 5 y 9 (que cubre la población objeto de este estudio).	• Generales de diagnóstico: • Primaria: en el segundo ciclo (equivalente a cuarto de primaria en Colombia). • Secundaria: prueba obligatoria ESO, al final del segundo ciclo. (Colombia: octavo grado).



Formación académica del profesorado	• Licenciados en Ciencias de la Educación con una disciplina o dos referidas al área. Por ejemplo: Licenciados en Química y Biología. • A partir de 2008 cualquier profesional en una disciplina de las ciencias más un proceso de formación pedagógica y didáctica. • En primaria: normalistas superiores y licenciados.	• Título académico más un proceso de formación en pedagogía y didáctica. • Para la educación infantil y primaria puede ejercer un profesional con título de maestro con especialización en educación infantil. • Los títulos del magisterio tienen siete especializaciones.
Formación permanente	• El Ministerio de Educación y las Secretarías de Educación proyectan eventos académicos y cursos de capacitación y actualización.	• Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa IFIIE.
Cualificación docente	• Se equiparará con la inscripción de pares académicos o pares de Colciencias.	• A partir del decreto Real 375/1999 se crea el Instituto Nacional de Cualificaciones Incual.
Acceso a la tecnología en beneficio de la educación	• Ministerio de TIC a partir de 2009.	• Instituto de Tecnologías Educativas adscrito al Ministerio de Educación.
Evaluación docente	• El centro educativo lo lidera el rector, quien reporta a las Secretarías de Educación.	• Centro educativo.
Remuneración docente	• Los docentes tiene estímulos por su desempeño y el salario se ha incrementado con las nuevas políticas educativas.	• En el diario La Vanguardia.com del 10 de mayo de 2012 se afirma que “los salarios de los profesores en España son más altos que la media de la OCDE; la media de tiempo lectivo para los alumnos está próxima a la de la OCDE y el tiempo de formación para profesores es mayor” que la media del resto de los países miembros. (http://ur1.ca/9a6sw, párrafo 7.). • Un docente que se siente bien remunerado puede incidir positivamente en la motivación extrínseca de los estudiantes.
Número de estudiantes por docente	• Se reportan los siguientes datos: 1. Zona urbana 32. 2. Zona rural 22.	• Se reportan los siguientes datos: 1. 13 primaria. 2. 10 secundaria. 3. 9 bachillerato.
Materialización del currículo	• Proyecto Educativo Institucional (PEI).	• El proyecto educativo del centro, antes proyecto curricular

Fuente: elaboración propia

Las posibles causas para el bajo rendimiento en las pruebas PISA 2006-2009, que corresponden a un estudio histórico comparado, permiten establecer como factores de deficiencia que existe poca orientación educativa y de seguimiento, no se reporta una sistemática preparación en pruebas a gran escala, no hay una actualización del currículo permanente que permita incluir las tendencias internacionales dentro del contexto de la globalización; en el caso de Colombia no se incluye explícitamente en el currículo del área de ciencias el estudio de las áreas de astronomía y geología (se evidencia, teniendo en cuenta los resultados de TIMSS 2007, un bajo desempeño en ciencias de la Tierra y física, a diferencia de País Vasco-Euskadi (España) que en promedio obtiene 86 puntos por encima en el desempeño del *área ciencias de la Tierra* y 106 puntos por encima en el desempeño del *área de física*).

El número promedio de estudiantes por clase en Colombia es de un factor altamente asociado al desempeño del área; hay un número aproximado de 40 estudiantes por clase en la zona urbana en contraste con lo reportado oficialmente de 32 en la zona urbana y 22 en zona rural, solo en algunas instituciones se manejan grupos pequeños. Los reportes internacionales relacionan para las clases un número inferior a 20. En los grupos grandes se favorece la poca concentración y se requiere de gran habilidad en el manejo de grupo y la propuesta de actividades que motiven al estudiante.

El Instituto de evaluación colombiano es mucho más reciente que el Instituto Nacional de Evaluación de España, por tanto hay una cultura de la evaluación más arraigada y se aprovecha la información reportada de las pruebas masivas a gran escala como insumo para las políticas educativas, además España participa en los comités de evaluación en el ámbito internacional.

Análisis del currículo: variable currículo y sus dimensiones

Tabla 3.53. *Análisis del currículo colombiano y español por dimensiones*

Dimensión disciplinar	- Definición de dominios conceptuales por área de ciencias (física, química y biología). - Análisis de la dimensión disciplinar: reconocer el objeto de enseñanza que proviene de una disciplina académica.	Colombia
		Trabaja las ciencias naturales (física, química y biología)
		España Trabaja las ciencias de la naturaleza que incluyen astronomía, biología y geología, física y química.



Dimensión pedagógica	• Cómo se organizan los contenidos disciplinares. • Análisis de la dimensión pedagógica. • Colombia y España fomentan la educación activa y participativa, aprender para aprender, comunicarse de manera apropiada verbal y por escrito, el fomento por el trabajo en grupo y el uso de las TIC. • Pedagogía constructivista participativa. • Lineamientos generales por competencias hacia el hacer en contexto.	Colombia Por competencias, habilidades científicas y actitudes. Ejes básicos para ciencias naturales: Entorno vivo. Entorno físico. Ciencia, tecnología y sociedad. Para los grados décimo y once se incluyen procesos biológicos, físicos y químicos. Tres niveles pretendidos: • Exploratorio para básica primaria y preescolar. • Diferencial para básica secundaria. • Disciplinar en educación media. Procesos involucrados biológicos, físicos y químicos.
		España Los objetivos, contenidos y logros se definen de acuerdo a las materias. <i>Contenidos en los ciclos de primaria:</i> Bloques: 1. El entorno y su conservación. 2. La diversidad de los seres vivos. 3. La salud y el desarrollo personal. 4. Personas, culturas y organización social. 5. Cambios en el tiempo. 6. Materia y energía. 7. Objetos, máquinas y tecnologías. <i>Contenidos en la enseñanza secundaria obligatoria</i> Primer curso ESO, bloques: 1. Contenidos comunes. 2. La Tierra en el universo. 3. Materiales terrestres. Los seres vivos y su diversidad. Segundo curso ESO, bloques: 1. Materia y energía. 2. Calor y temperatura. 3. Transformaciones geológicas debido a la energía interna de la Tierra. 4. La vida, acción. 5. El medio ambiente natural.

Análisis dimensión evaluativa	• Dimensión evaluativa. • Qué se espera que haya aprendido el estudiante.	Colombia Saber ser, saber hacer y saber saber; acción referida a los conocimientos en las áreas específicas de ciencias alrededor de los ejes entorno vivo, entorno físico, ciencia, tecnología y sociedad. En décimo y once se incluyen procesos biológicos, físicos y químicos. Compromisos personales y sociales.
		España Capacidades de aplicación de conocimientos descritos a través de los contenidos.

Fuente: elaboración propia

Análisis de la variable motivación y sus dimensiones

El proyecto PISA permite hacer unas mediciones para determinar la motivación intrínseca o autorregulada y la extrínseca o externa de los estudiantes. Los docentes pueden generar motivación hacia las ciencias en sus estudiantes estableciendo una mirada a las actitudes, acciones en el aula y la programación de actividades.

Tabla 3.54. Descripción de la motivación intrínseca manifestada por los estudiantes españoles y colombianos.

Motivación intrínseca o autoregulada	Colombia	España
Interés general por las ciencias (tres preferencias mayoritariamente seleccionadas).	Biología humana. La biología de las plantas. Temas de química.	Biología humana. Cómo diseñan los científicos sus experimentos. Temas de astronomía –Temas de química.
Disfrute de las ciencias (tres preferencias mayoritariamente seleccionadas).	Me interesa aprender ciencias. Disfruto adquiriendo nuevos conocimientos de ciencia. Generalmente me divierto cuando aprendo temas de ciencia.	Me interesa aprender ciencias. Disfruto adquiriendo nuevos conocimientos de ciencia. Generalmente me divierto cuando aprendo temas de ciencia.



Interés por aprender ciencias (lluvia ácida o cultivos genéticamente modificados)	Lluvia ácida. Aprender sobre las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan lluvia ácida. Conocer qué actividades humanas contribuyen más a la lluvia ácida. Comprender los métodos utilizados para reparar los edificios dañados por la lluvia ácida. Cultivos genéticamente modificados. Aprender por qué algunas plantas no se ven afectadas por los insecticidas. Aprender acerca de los procesos mediante los cuales se modifican genéticamente las plantas. Comprender mejor la diferencia entre los cruces y la modificación genética de las plantas.	Lluvia ácida. Aprender sobre las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan lluvia ácida. Conocer qué actividades humanas contribuyen más a la lluvia ácida. Comprender los métodos utilizados para reparar los edificios dañados por la lluvia ácida. Cultivos genéticamente modificados. Aprender acerca de los procesos mediante los cuales se modifican genéticamente las plantas. Aprender por qué algunas plantas no se ven afectadas por los insecticidas. Comprender mejor la diferencia entre los cruces y la modificación genética de las plantas.

Fuente: elaboración a partir de los datos suministrados por OCDE

Tabla 3.55. Descripción de la motivación extrínseca manifestada por los estudiantes españoles y colombianos.

Motivación extrínseca	Colombia	España
Índice de motivación fundamental para aprender ciencias (tres preferencias mayoritariamente seleccionadas).	Estudio ciencias en el colegio porque sé que son útiles para mí. Esforzarme en las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena porque me ayudará en el trabajo que quiero hacer más adelante. Estudiar las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena para mí porque lo que aprendo mejorará mis perspectivas profesionales.	Estudio ciencias en el colegio porque sé que son útiles para mí. Esforzarme en las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena porque me ayudará en el trabajo que quiero hacer más adelante. Estudiar las asignaturas de ciencias del colegio vale la pena para mí porque lo que aprendo mejorará mis perspectivas profesionales.
Motivación para aprender ciencias orientadas al futuro (tres preferencias mayoritariamente seleccionadas).	Me gustaría trabajar en una profesión relacionada con las ciencias. Me gustaría trabajar de adulto en proyectos de ciencias. Me gustaría estudiar ciencias después de los estudios de secundaria.	Me gustaría trabajar en una profesión relacionada con las ciencias. Me gustaría trabajar de adulto en proyectos de ciencias. Me gustaría estudiar ciencias después de los estudios de secundaria.

Fuente: elaboración a partir de los datos suministrados por OCDE

Análisis del currículo colombiano y español por dimensiones de comparación heurística

Tabla 3.56. Fortalezas y debilidades de los sistemas educativos en estudio

País	Fortalezas	Debilidades
España	Acceso temprano al sistema educativo. Gran trayectoria en evaluación por parte del INEE. Las pruebas de diagnóstico son una oportunidad para preparar a los estudiantes para las pruebas masivas a gran escala. Planteamiento de contenidos claramente definidos y regulados por la Ley 1631, la cual garantiza que los estudiantes de cualquier centro educativo reciban la orientación allí trazada.	Los profesores no cuentan con una formación en pedagogía y didáctica de las ciencias desde la formación de la universidad, la adquieren después de tener el título de grado. Los estudiantes no manifiestan una motivación intrínseca por las ciencias.
Colombia	Cambio del decreto de evaluación a los estudiantes que permitía la promoción automática en un 95% en todas las instituciones. Transición del decreto 230 de 2002 al decreto 1290. Estatuto docente para preprimaria, primaria y básica y media; transición del 2277 al 1278 que incluye la evaluación permanente por competencias. Creación del Instituto Nacional de Evaluación Icfes, antiguamente Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. Se proyecta la realización de las pruebas nacionales Saber 3 a partir del 2012 y lideradas por el Icfes. Los estudiantes manifiestan una motivación intrínseca adecuada por las ciencias.	Poca trayectoria en evaluaciones a gran escala, teniendo en cuenta que el Icfes cumple dichas funciones a partir de 2009. Las pruebas de diagnóstico Saber 5 y 9 son tardías para preparar a los estudiantes para la evaluación internacional masiva. Participación en la formulación de las pruebas internacionales.

Fuente: elaboración propia.

Colombia ha incrementado la inversión en educación que permite garantías en cuanto cobertura, acceso a la tecnología y se encamina hacia la calidad de la educación que oferta actualmente; evidencias de esto es la transformación del Icfes como el Instituto de Evaluación Nacional a partir del año 2009, la inclusión en el plan decenal 2006-2016 de varios proyectos en capacitación digital, evaluación, capacitación de docentes, fomento a la investigación, recuperación de saberes ancestrales, entre otras políticas que paulatinamente se reflejarán en el desempeño de sus estudiantes. Falta evidenciar la pertinencia del currículo planteado en el área, por eso es de suma importancia una actualización.



La formulación del currículo del área a partir de los contenidos y logros alrededor de unas competencias claramente definidas es clave para el desempeño en las pruebas externas masivas de gran escala. Queda demostrado con la revisión de estudios comparados como el de García (2009), en el cual se destaca el desempeño de Finlandia basado en el orden, el respeto y la disciplina que mantiene la población, que los docentes guardan las distancias con sus alumnos y hacen valer su autoridad producto de una escuela comprensiva con el objetivo explícito de dar a cada alumno una formación excelente.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

Conclusiones

La evaluación externa en el área de ciencias a través de las pruebas masivas a gran escala organizadas a través de proyectos internacionales como TIMSS y PISA, liderados por la Agencia Internacional para la Evaluación del rendimiento Educativo (Association for the Evaluation of Educational Achievement) IEA y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, respectivamente, permite a través de pruebas elaboradas con ítems bajo la Teoría de la Respuesta al Ítem (TRI), alternado opciones de selección múltiple y abierta, asignar una calificación como expresión codificada de una escala de valoración del desempeño a los estudiantes en ciencias con el fin de establecer comparaciones entre los resultados de los diferentes países participantes.

El objetivo de la evaluación externa a través de estas pruebas es valorar:

- El conocimiento que tienen los estudiantes de 15 años sobre el mundo natural y la tecnología, traducido como el conocimiento de las ciencias y el conocimiento sobre las ciencias.
- Las actitudes de los estudiantes frente a problemas científicos.
- La competencia científica desde la capacidad para identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de manera científica y utilizar pruebas científicas que permiten resolver situaciones que tienen que ver con la ciencia y la tecnología, denominadas problemas en contexto.
- El nivel de alfabetización científica logrado por los estudiantes de cuarto y noveno grado.

- El índice de equidad absoluta, que corresponde al porcentaje de alumnos que consigue un mínimo de alfabetización científica.
- La equidad relativa, que equivale al porcentaje de alumnos que se encuentran en niveles intermedios de desempeño.
- La excelencia, que se correlaciona con la proporción de alumnos que obtiene puntajes mayores al nivel máximo de desempeño establecido en la prueba.

PISA evalúa la competencia científica que tienen los estudiantes con una edad intermedia de 15 años y que en promedio han tenido 8 años de escolaridad a través del análisis de situaciones de la vida real que tienen que ver con ciencia y tecnología, identificando cuestiones científicas, explicando fenómenos de manera científica y utilizando pruebas científicas, para lo cual se requiere tener conocimiento de las ciencias, es decir, sobre el mundo natural y la tecnología y conocimiento sobre las ciencias. A lo anterior se articulan las actitudes hacia la ciencia, es decir, los intereses y la responsabilidad con los problemas científicos; la evaluación PISA involucra entonces la estimación de la motivación intrínseca y extrínseca.

De acuerdo con el nivel de desempeño promedio en las pruebas PISA 2006 y 2009 España logra un nivel tres (3) de competencia científica, el cual indica que los estudiantes pueden identificar cuestiones científicas descritas claramente en diversos contextos, son capaces de seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos o estrategias de investigación. Los alumnos españoles tienen la capacidad de interpretar y utilizar conceptos científicos de distintas disciplinas y aplicarlos directamente, además, con el conocimiento demostrado, pueden elaborar exposiciones breves utilizando información objetiva y toman decisiones basadas en habilidades científicas. En contraste los estudiantes colombianos logran un nivel uno (1) de competencia científica, o sea, tienen un conocimiento científico tan limitado que solo puede ser aplicado a unas pocas situaciones familiares; son capaces de presentar explicaciones científicas obvias que se derivan explícitamente de las pruebas dadas.

Las actitudes en la prueba PISA 2006 hacen parte del marco conceptual que describe como requisito para resolver problemas que involucran ciencia y tecnología —C y T— la sinergia entre las competencias para identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de manera científica, utilizar pruebas científicas a los conocimientos sobre el mundo natural y las tecnologías y el conocimiento sobre las ciencias propiamente dichas con la motivación intrínseca y extrínseca por las ciencias. Los resultados se estiman a través del interés manifestado para apoyar la investigación científica y su responsabilidad frente a temas de C y T.

TIMSS es la prueba emblema en el análisis del currículo, su modelo pretende evaluar la articulación del currículo pretendido, el currículo aplicado y el currículo logrado que se demuestra en el desempeño de los estudiantes en las áreas evaluadas, matemáticas y ciencias.



El nivel de desempeño de los estudiantes en las evaluaciones externas del área de ciencias depende del currículo pretendido y el logrado. El rol demostrado por los estudiantes del país Vasco-Euskadi (España) es mayor en todas las áreas y procesos cognitivos evaluados en TIMSS 2007, lo que indica que existe una mejor articulación entre el currículo pretendido, el ejecutado y el logrado.

De acuerdo con el análisis comparado del nivel de desempeño en TIMSS 2007 entre los estudiantes colombianos y los del País Vasco-Euskadi (España), los estudiantes españoles demuestran que entre el currículo pretendido y el aplicado hay una mejor articulación curricular en el área de ciencias, en comparación con los resultados que exhiben los estudiantes colombianos, que corresponde a un complemento con el currículo logrado. Los españoles obtienen un nivel medio de desempeño de 498 puntos, es decir que reconocen y comunican conocimiento científico en un conjunto de contextos; los colombianos obtienen un nivel de desempeño bajo, con un puntaje de 417, considerando entonces que reconocen hechos básicos sobre las ciencias físicas y de la vida.

De acuerdo con el análisis comparado del desempeño en TIMSS 2007 en el área de ciencias se obtiene que las áreas con más bajo desempeño para los colombianos son ciencias de la Tierra y física, es allí donde existe una desarticulación entre el currículo pretendido, el currículo aplicado y el logrado, teniendo en cuenta que los estudiantes españoles tuvieron un mejor desempeño, alcanzando 107 puntos por encima de lo logrado por los colombianos en ciencias de la Tierra y 86 puntos por arriba en física.

No se pueden hacer inferencias poblacionales entre Colombia y España para la prueba TIMSS 2007, ya que España solo participó a través de una muestra subnacional que corresponde a los estudiantes del País Vasco-Euskadi. Sin embargo se establece la diferencia de medias y se infiere que los estudiantes del País Vasco-Euskadi tendrán una media mayor en comparación con la media poblacional colombiana.

La caracterización de la evaluación externa, en lo referente a la definición de los niveles de desempeño, indica que teniendo en cuenta los resultados obtenidos por los estudiantes participantes en las pruebas masivas internacionales, analizadas en este estudio, se puede establecer que los estudiantes colombianos no poseen una alfabetización científica, por lo anterior es importante tomar medidas que permitan definir con claridad las necesidades del currículo del área de ciencias en la dimensión disciplinar, se debe evaluar la pertinencia de actualizar los estándares del área y fortalecer el estudio de las áreas de geología y astronomía para obtener mejores desempeños asociados al conocimiento de la Tierra.

La evaluación externa brinda información relevante sobre los diversos sistemas educativos y sus currículos en el área, lo que se convierte en una oportunidad para determinar debilidades y fortalezas para mejorar las propuestas de los contenidos temáticos correspondientes.

El currículo operacionaliza las intencionalidades educativas, no es estático y debe ajustarse de acuerdo con los requerimientos educativos, sociales y de aprendi-

zaje que se demandan en el contexto globalizado; la evaluación aporta información relevante para este proceso.

Los organismos internacionales, al liberar los ítems que se emplean en las pruebas internacionales masivas a gran escala, pretenden que sean empleados en capacitación a docentes y el diseño curricular del área.

El currículo de ciencias de Colombia debe revisarse y actualizarse para que pueda responder no solo a los contextos regionales y nacionales sino para permitirle a los estudiantes tener los dominios cognitivos y conceptuales necesarios para demostrar competencias científicas, tanto a nivel nacional como internacional. Si bien las políticas educativas han permitido alcanzar niveles importantes de cobertura, estas deben incursionar en acciones que le permitan a los estudiantes lograr niveles de desempeño excelente, encausadas con el objetivo de proporcionarles un mejor desarrollo humano y una oportunidad de intercambio en los sistemas globalizados del siglo XXI.

Un estudio comparado permite conocer las debilidades y fortalezas de los sistemas educativos en consideración y posibilitar la cooperación para la actualización y planteamiento de programas que respondan a las necesidades planteadas.

La experiencia de organismos internacionales durante cinco décadas respalda la solidez de las pruebas que se emplean en la evaluación externa del área de ciencias y son una oportunidad para la capacitación docente y actualización del currículo.

Para el proyecto PISA la meta que deben alcanzar todos los estudiantes a través de la evaluación es la competencia científica, la cual se define como la capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él.

El análisis permanente del currículo debe permitir su actualización, ya que a través de la revisión disciplinar, pedagógica y evaluativa se tienen los argumentos para su actualización en busca de un currículo pertinente con las necesidades locales, regionales e internacionales, consolidadas en las exigencias actuales a las que nos convoca la globalización.

El proceso de evaluación de la calidad educativa debe ser riguroso, en especial con la estimación del currículo, esta es la oportunidad de implementar acciones preventivas y de mejora con respecto al trabajo en el aula, los programas escolares, los docentes, los recursos, los centros y el sistema en conjunto. En este sentido se debe efectuar un proceso integral denominado metaevaluación, solo así se puede garantizar que los estudiantes reciban una formación que les permita desenvolverse con propiedad en el contexto actual globalizado y sin desconocer las particularidades en las que se sitúa cada uno.

La evaluación es una fuente de información relevante para los sistemas educativos que no se está aprovechando de manera eficiente con el fin de actualizar el currí-



culo en el área de ciencias. PISA 2006 y 2009 plantearon las mismas temáticas para la construcción de ítems, sin embargo no se evidenciaron los mejores resultados.

No se esclarece una transferencia efectiva de conocimientos en el área de ciencias a situaciones problema, se enseña para la reproducción en los sistemas educativos; en las pruebas PISA se aplica el conocimiento a problemas en contexto. Los sistemas educativos en general y los administradores del currículo en el área de ciencias deben realizar una metaevaluación de los ambientes de aprendizaje que se implementan en cada uno de los países en busca de factores de bajo desempeño, esto con el propósito de que se emprenda una planeación didáctica adecuada para el área.

Las hipótesis para el análisis se plantearon así:

Si existe una articulación del currículo pretendido y el currículo aplicado, en los sistemas educativos colombiano y español, en el área de ciencias, entonces el currículo logrado se evidenciará en los niveles altos de desempeño que los estudiantes obtienen en la evaluación externa internacional, a través de la aplicación de pruebas masivas.

La primera hipótesis es válida porque se observa un mejor desempeño de los estudiantes españoles en las pruebas externas internacionales masivas a gran escala, el currículo pretendido tiene una mayor correspondencia con lo establecido en las pruebas PISA y TIMSS para alcanzar la excelencia en el área y evidenciar una alfabetización en ciencias. Se describen los contenidos claramente y se reglamentan mediante el Real Decreto 1631 de 2006.

Si los estudiantes, en las pruebas masivas internacionales del área de ciencias, estiman a través de la selección de alternativas que corresponden a una alta motivación hacia las ciencias, entonces una alta motivación incide en los niveles superiores de desempeño alcanzados por los estudiantes en la evaluación planteada en las pruebas masivas.

La segunda hipótesis se rechaza a partir de la evaluación de la prueba de homogeneidad, estimada a través de la distribución chi-cuadrado aplicada a cada pregunta de motivación en la prueba PISA 2006; para todas las preguntas se rechaza la hipótesis nula, es decir que para todas las preguntas las dos poblaciones presentan proporciones de motivación altas y diferentes.

Si el currículo pretendido en el área de ciencias no abarca los dominios conceptuales y cognitivos requeridos en las evaluaciones internacionales a través de las pruebas masivas a gran escala, entonces los estudiantes obtendrán niveles bajos en el desempeño del área.

Esta hipótesis es válida porque la descripción de los contenidos claramente descritos en los Reales decretos 1631 y 1513 de 2006, garantizan el cubrimiento en los programas temáticos de cada una de las asignaturas del área; es más eficiente como lo demuestran los resultados. En los estándares de Colombia, aunque se formulan competencias, no se establece claramente el currículo para las áreas de geología

y astronomía; a partir de los resultados de TIMSS, que analizan el desempeño por área de ciencias, se evidencia una deficiente articulación en el currículo de ciencias de la Tierra y física, aspecto que incide significativamente en el currículo logrado y evaluado a través de los niveles de desempeño.

Si los estudiantes no manifiestan una competencia científica adecuada, entonces obtendrán bajos niveles en el desempeño de las pruebas del área de ciencias.

La cuarta hipótesis planteada es válida de acuerdo con el análisis de la evaluación externa del área de ciencias. Los estudiantes colombianos en las pruebas internacionales obtienen bajos puntajes en el área de ciencias en TIMSS, los niveles más bajos corresponden a los conocimientos en ciencias de la Tierra y física. La competencia científica involucra las actitudes hacia la ciencia y la tecnología, los conocimientos y la capacidad para identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de manera científica y utilizar pruebas científicas; aunque los estudiantes españoles y colombianos estiman altos niveles de motivación falta articulación con las competencias y los conocimientos del área para manifestar una competencia científica en el contexto internacional.

El nivel de desempeño de los estudiantes en las evaluaciones externas del área de ciencias depende del currículo pretendido y el logrado. El desempeño de los estudiantes del país Vasco-Euskadi (España) es mayor en todas las áreas y procesos cognitivos evaluados en TIMSS 2007, lo que indica que existe una mejor articulación entre el currículo pretendido, el ejecutado y el logrado.

Al realizar la prueba F para contrastar la hipótesis para el cociente de varianzas en el rendimiento de los estudiantes colombianos y españoles en las pruebas PISA 2006 y 2009 se rechaza la hipótesis nula, lo cual indica que las varianzas son diferentes y que los datos de rendimiento de los estudiantes colombianos son más dispersos en comparación con los datos de rendimiento de la muestra española, es decir, la varianza de Colombia es mayor.

No se pueden hacer inferencias poblacionales entre Colombia y España para la prueba TIMSS 2007, ya que España solo participó a través de una muestra subnacional que corresponde a los estudiantes del País Vasco-Euskadi. Sin embargo, al establecerse la diferencia de medias, se infiere que los estudiantes del País Vasco-Euskadi tendrán una media mayor en comparación con la media poblacional colombiana.

Recomendaciones

La didáctica es una ciencia de la educación que estudia e interviene en la praxis docente con el fin de conseguir la formación intelectual del estudiante, propende por la concepción de espacios de aprendizaje naturales o artificiales que pueden o no traducirse en aulas presenciales o virtuales que, a partir de una planeación, selec-

cionan estrategias didácticas efectivas para generar procesos cognitivos que a su vez fecunden el trabajo en grupo, se promueva el aprendizaje y una formación científica adecuada que permita potenciar las competencias en los educandos. Este proceso se desarrolla con el fin de resolver problemas reales a través de la conjugación de las competencias generales, específicas y los conocimientos de diversas disciplinas. La didáctica es una ciencia práctica, de intervención y transformadora de la realidad que se expresa en el currículo.

Los didactas tenemos la responsabilidad de realizar una permanente metaevaluación de los factores que intervienen y determinan la efectividad de un ambiente de aprendizaje, diseñado preferiblemente por un equipo especializado, como expertos del área. Es allí donde se podrá, a través de la investigación, encontrar los factores determinantes en los desempeños en la evaluación externa del área de ciencias.

Como se observa en la figura 4.1, desde la concepción de la autora, la didáctica es una ciencia de la educación que tiene un campo de conocimiento definido a través de los factores intervinientes en los ambientes de aprendizaje, los cuales se describen en la figura 4.2.

Figura 4.1. *Concepto de didáctica y su importancia.*



Fuente: elaboración propia

Figura 4.2. Elementos del marco conceptual de la didáctica.



Fuente: elaboración propia

En general los ambientes de aprendizaje deben impulsar la adquisición de las competencias necesarias para responder a los requerimientos de la realidad mundial para el siglo XXI; en particular se hace necesario favorecer las competencias específicas que requiere una disciplina del conocimiento específica. El proyecto de Definición y Selección de Competencias (Deseco) de la OCDE, en el informe final de 2003, define tres amplias competencias claves para el buen funcionamiento de la sociedad, que un ambiente de aprendizaje, debe promover:

1. Competencias para el uso de herramientas interactivas que permitan dominar los instrumentos socioculturales necesarios para interactuar con el conocimiento, elementos como el lenguaje, símbolos y números, información y conocimiento previo, además se incluyen instrumentos físicos como los computadores.
2. Competencias para interactuar en grupos heterogéneos, de las cuales se destaca el relacionarse bien con otros, cooperar y trabajar en equipo, administrar y resolver conflictos.
3. Competencias para actuar en forma autónoma, lo que permite comprender el contexto en que se actúa y decide, crear y administrar planes de vida y proyectos personales, defender y afirmar los propios derechos, intereses, necesidades y límites.

Entretanto señala Marcelo (2001) que las competencias didácticas, tecnologías y tutoriales que los docentes que trabajan con TIC deben adquirir son el dominio en



las aplicaciones de internet, habilidades de comunicación y destrezas básicas (citado en Medina, Domínguez, Sánchez, 2011, p. 15).

Un aspecto importante en la definición de un ambiente de aprendizaje es la sociedad en la que se sitúa el hombre en proceso de formación, esto precisa en primera instancia el ambiente de aprendizaje en el tiempo actual; se trata de romper con lo que Beck (1980) denomina como globalización para pasar al término anglosajón de *mundialización*, el cual no corresponde a un término liberal sino a una concepción solidaria, integral e incluyente y en correspondencia a las necesidades de la humanidad en formación permanente.

Como lo señaló Sevillano (2005) la sociedad del conocimiento en la civilización occidental es la puesta en acción de los conocimientos, la información y la actividad pensante para renovar la ciencia y la realidad social y económica, definidas en el fin de encontrar innovaciones que mejoren el progreso de la humanidad; este es el contexto actual, advertimos que ya pasamos por la sociedad red que se originó a finales de los años 60 e inicios de los 70, período en el que confluyen históricamente tres procesos de revolución: la tecnología de la información, la crisis económica y el fortalecimiento de movimientos sociales a favor de los derechos humanos, los derechos de la mujer y la ecología. Las redes surgen como alternativa para transformar los ámbitos de la vida social.

Escuela y sociedad no pueden estar aislados, su armonía se encuentra cuando al interior del sistema educativo, específicamente en los ambientes de aprendizajes, se busca la solución a los problemas que afectan a todos, es decir, a la sociedad del conocimiento.

El rango epistemológico o el nivel de elaboración teórica de la didáctica es delimitado claramente por Díaz Alcaraz (2002) al señalar que la didáctica es saber científico en tanto que esta recibe aportes de otras ciencias; es saber tecnológico porque se realizan contribuciones desde la investigación utilizando métodos para resolver problemas y se proyecta sobre la tecnología; es una ciencia aplicada que se apoya en modelos y diseños, hay prácticas y evaluación de resultados alrededor de ella; finalmente es saber técnico en cuanto se adapta a las normas con flexibilidad, se nutre de leyes y reglas y es punto de partida para nuevos enfoques e investigaciones para mejorar el saber tecnológico y científico.

La didáctica es la ciencia de enseñar, existen alrededor de ella unos cuerpos conceptuales y metodológicos y hay un campo de conocimiento que corresponde al de la investigación. En el entorno yace una comunidad local, regional, nacional e internacional, la cual se constituye en comunidad científica, sus avances e investigaciones se agrupan en revistas especializadas y se encuentran *handbook* generales y específicos; como otras ciencias los especialistas se reúnen a discutir sobre los temas de interés en actividades como congresos y simposios.

El saber didáctico

Se construye y reconstruye, a partir del análisis permanente de la práctica educativa, que es necesario identificar los problemas en el aprendizaje del área, buscar su comprensión y sobre todo generar estrategias didácticas, lo cual requiere una teoría que le brinde criterios de acción conceptualmente sustentados y de una reflexión crítica a la luz de los valores educativos asumidos. El saber didáctico se construye en el ambiente de aprendizaje a través de la investigación sobre la práctica docente o acción pedagógica.

Los elementos doctrinales propios o contenidos de esta ciencia se agrupan de la siguiente manera y constituyen su patrimonio cultural, alimentado a través del tiempo:

Figura 4.3. Elementos de la didáctica que la constituyen como ciencia



Fuente: Gamboa (2011). La educación y la formación en el ámbito familiar y escolar

Los temas de investigación de esta ciencia, como lo señaló Gamboa (2011), hacen referencia a diferentes aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje:

- Concepciones de enseñanza-aprendizaje de profesores y estudiantes.
- Concepción de ciencia.
- Conocimiento disciplinar frente a conocimiento didáctico disciplinar.



- Diseño curricular.
- Evaluación.
- Transposición didáctica.
- Prácticas de laboratorio.
- Comunicación (medios).
- Mediaciones.
- Interacción formativa.
- Ambientes de enseñanza aprendizaje.

Los ambientes de aprendizaje tienen la finalidad de potenciar la capacidad para resolver problemas, posibilitar el análisis crítico de la realidad, el uso inteligente de las TIC y evitar el analfabetismo del futuro próximo mediante la generación de proyectos de cooperación internacional en busca de los objetivos comunes.

Ciencia y tecnología

La ciencia aporta a la construcción del sujeto en la medida que, pedagogizada, le brinda elementos para entender el mundo, adquiere sentido por sus finalidades y no por su origen y puede ser leída en clave de enseñanza, lo que se denomina “saber pedagogizado”. La sociedad de hoy exige que seamos capaces de adaptarnos a los cambios; lo que otorga valor y progreso a una sociedad no es la centralidad del conocimiento y la información sino su aplicación para generar nuevos saberes que contribuyan a la resolución de problemas.

En la actualidad y bajo una *concepción constructivista*, se concibe la ciencia como un producto no terminado, rebatible y no transmisible de generación en generación. La ciencia es una realización cultural e histórica constructora de modelos y teorías en perpetua revisión y reconstrucción, no reglas fijas, ordenadas y universales dependiente de intereses sociales particulares. Como lo señaló Popper (1991) en la ciencia no pueden existir enunciados últimos que no puedan ser contrastados.

Una educación en ciencia crítica debe fomentar la reflexión y el diálogo en relación con las ideas y paradigmas subyacentes de nuestra sociedad; una educación preocupada por resolver problemas en diferentes contextos debe formar ciudadanos, independiente de su elección profesional, críticos y autocríticos. La epistemología contemporánea permite comprender que las ciencias construyen sus objetos de conocimiento a partir de problemáticas. Es decir, donde un campo disciplinar no está definido por una parcela de la realidad, sino en que la ciencia define y redefine sus objetos de conocimiento, permitiendo una aventura interdisciplinaria y multidisciplinaria que busca favorecer el análisis de la realidad circundante, desde una lógica científica holística.

Las concepciones tradicionales sobre trabajo científico parten de un método inductivo, es decir, a través de las observaciones se llega a las generalidades del objeto en estudio; existe un método para trabajar, esto significa que la construcción se va realizando paso a paso, esto se llamó método científico. Actualmente el trabajo científico es considerado un proceso complejo cuyos aspectos metodológicos más importantes son el carácter hipotético, creativo y social y en el cual se presenta esta ruptura de paradigmas que buscan solucionar un problema o una situación problema. El inconveniente no es solo que no se enseña a resolver problemas, es decir, a enfrentarse a situaciones desconocidas ante las cuales quienes los resuelven se sienten inicialmente perdidos, sino que los profesores explican soluciones que son perfectamente conocidas y que por supuesto no generan ningún tipo de dudas.

Generalmente se pretende convertir el problema en un no-problema; consecuentemente los estudiantes pueden aprender dicha solución y repetirla ante contextos idénticos, pero no aprenden a abordar un verdadero problema y cualquier cambio supone dificultades insuperables, provocando manipulaciones no significativas de datos, fórmulas e incógnitas y, muy a menudo, el abandono (Gil, Furió, Valdés, Salinas, otros, 1999). Citado en Gamboa (2004).

Gamboa (2004) señaló que la metodología científica pretende que los estudiantes aprendan a plantearse y a precisar problemas, imaginar soluciones a los mismos en forma de hipótesis, diseñar experimentos de contrastación, etc., su objetivo es superar la metodología del sentido común y consecuentemente construir conocimientos científicos haciendo suyas las teorías científicas estructuradas, cumpliendo además con la coherencia conceptual, criterio esencial de esta metodología. La enseñanza debe cambiar para generar un ámbito conceptual en la educación superior, se busca resolver problemas que correspondan al perfil ocupacional del estudiante cuando egresa. Estas concepciones deben aplicarse a la solución de problemas que el estudiante va a enfrentar.

El conocimiento científico tradicionalmente se concebía como existe en la naturaleza y la tarea del investigador era descubrirlo; el conocimiento científico se catalogaba como fiable porque había sido probado y confirmado a través de la experiencia. *La experiencia ha demostrado que el conocimiento científico está ligado con el desarrollo del pensamiento creador de los seres humanos, a través de este proceso hay producción de nuevas ideas.*

La actividad del hombre no puede ser creadora si no se basa en el conocimiento científico como proceso de desarrollo de las formas del pensamiento, de las formas de la "realidad". Ser creador significa abarcar permanentemente toda la cultura, conocer su lógica, sus leyes del desarrollo y funcionamiento, satisfacer las necesidades para comprender justamente su esencia. El conocimiento en la concepción



constructivista no es absoluto, ni transmisible, la realidad no se objetiviza; para el constructivismo la realidad es el mundo de las probabilidades, está en constante variación y construcción, por eso el acceso a ella se realiza mediante la negociación y coparticipación con otros.

La actividad creadora es una relación compleja del hombre con la realidad que integra procesos intelectuales, volitivos y emocionales; la creación es una forma superior de la actividad humana que se manifiesta en la capacidad para reconocer que la vía de solución a un problema no puede ser apropiada y debe cambiarse por una más adecuada y que convenga para hallar la solución.

La esencia de la enseñanza por resolución de problemas o situaciones problemáticas se fundamenta en el carácter contradictorio del conocimiento y se basa en el objetivo de que el estudiante, como sujeto de aprendizaje, resuelva estas contradicciones. En este proceso aparece la contradicción entre el contenido del material docente, la enseñanza y el aprendizaje; la enseñanza radica en la solución de contradicciones que permiten acceder al conocimiento.

Definir la didáctica como ciencia depende de la conceptualización que se tenga sobre “ciencia”, esto sin lugar a dudas es lo determinante para su categorización; muy cercano a este dilema está el que se entreteje sobre el reconocimiento de la comunidad científica y la científicidad de las ciencias de la educación. La formación científica es una tarea colectiva, una empresa asumida por toda la sociedad; la ciencia es tarea de todos, por lo anterior la formación científica de los estudiantes solo puede llevarse a cabo en el seno de los otros y con los otros, como lo señaló Salcedo (2000).

Talanquer (2011) establece la relación entre ciencia y tecnología que aplica fundamentándose en que la didáctica es la ciencia que describe, explica y predice los elementos que intervienen en la acción pedagógica o praxis docente, construye modelos y teorías, se encarga de identificar las relaciones causales, definir qué podemos saber alrededor de ella; descubrir los secretos de la naturaleza es develar la eficiencia de cada elemento de la didáctica. La ciencia, en este como en otros casos, se relaciona con los centros académicos, entretanto la tecnología está al servicio de la didáctica con el fin de extender las habilidades de los hombres y satisfacer sus necesidades, optimizar soluciones, determinar qué podemos hacer con lo que sabemos y cómo se puede transformar la naturaleza. La tecnología está directamente relacionada con la industria, se asocia con las herramientas didácticas que para la generación actual corresponden a las herramientas Web 2.0, Web 3.0 y Web 4.0 enfocadas en el objetivo de crear y mejorar los ambientes de aprendizaje. La tecnología hace referencia a casos y reglas, a diferencia de la ciencia que busca las causas de un fenómeno y de la evaluación del mismo.

Finalmente, los elementos que se deberán evaluar para el diseño de un ambiente de aprendizaje son, de manera global, los descritos en la figura.

Figura 4.4. Elementos a evaluar para un diseño de un ambiente de aprendizaje.



Fuente: elaboración propia

La educación

La educación es inherente a la naturaleza humana, se ha convertido en un factor de calidad de vida a través del tiempo, le ha permitido a los seres humanos apropiarse del entorno y generar trabajo de acuerdo con sus intereses culturales. La educación debe propender por un ser integral, capaz de enrutar al país hacia el desarrollo, a través de ella se superará la pobreza y se podrá aniquilar la desigualdad en tanto la potencialicemos en todos y cada uno de los miembros de la sociedad, no solo en la clase privilegiada. La Organización de las Naciones Unidas, en la Resolución 2412 de 1970, declara la educación como uno de los medios para establecer una mejor comprensión de los pueblos.

Si nuestros países están catalogados como democráticos, la educación debería responder efectivamente a este propósito, llegando a todas las zonas, incluyendo las más vulnerables, si nos quedamos en modelos educativos transmisionistas y amañados nuestra sociedad no será para nada competente y mucho menos igualitaria. Las políticas globales impulsan el desarrollo del talento humano sin barreras, si las culturas no implementan, sin temores, la igualdad desde la oportunidad para salir adelante y derrotar las dificultades, serán aniquiladas por aquellas que sí se preocupan por el talento humano de sus países.



Un modelo educativo debe responder a un modelo social y económico, además requiere potencializar realmente las habilidades cognoscitivas del ser humano con el fin único de formar hombres libres y autónomos, capaces de desarrollarse en un mundo actual y en el cual es fundamental ser competente.

En el enfoque educativo del aprendizaje por procesos lo importante no son los contenidos sino tener la consciencia de la manera como se aprende, de cómo es posible construir y reconstruir un conocimiento y transformarlo en unos objetivos de desempeño.

Los directivos docentes y los maestros de todos los niveles, sin excepción, deben tener en sus consciencias la necesidad inmediata de modificar positivamente sus prácticas docentes, se demanda ir más allá de las palabras; la práctica efectiva de unas actividades bien diseñadas, planificadas y ejecutadas con responsabilidad nos permitirán sobresalir en la cultura actual. Los propósitos deben ser aterrizados en el aula, ejecutando y evaluando continuamente de manera formativa, efectuar un proceso que en verdad potencialice las habilidades cognoscitivas y permita consustancialmente que el pensamiento de nuestro pueblo y sus aprendizajes sean efectivos.

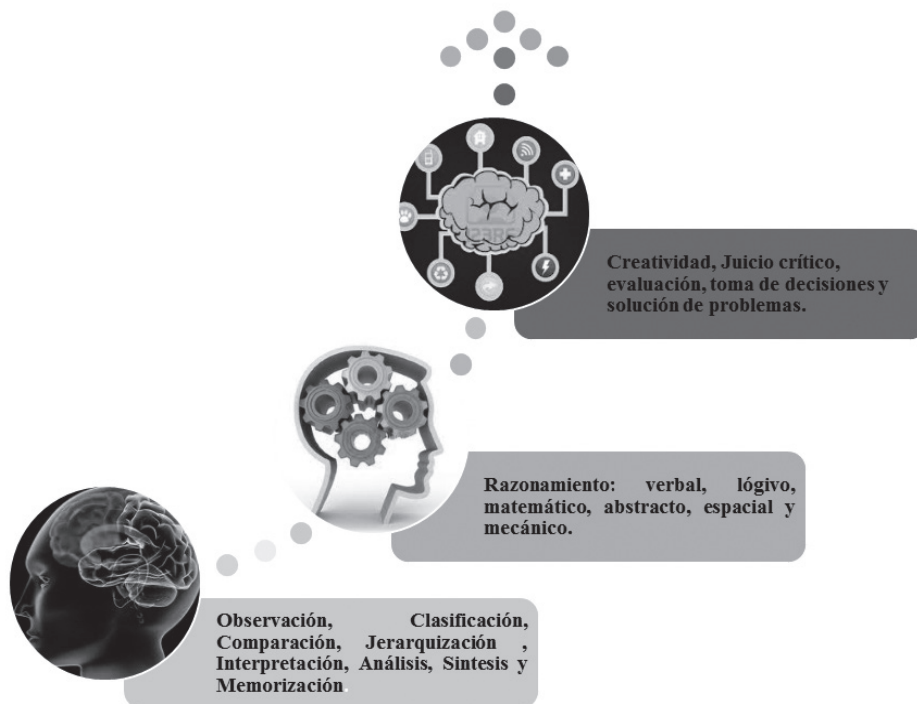
La acción educativa debe buscar el desarrollo del aprendizaje y la eficiencia de la praxis docente, apoyada en el mayor número de procesos cognitivos adecuadamente estimulados, como lo señala Tarquino (2006). El papel del docente en este momento como facilitador del proceso se centra en dinamizar los procesos de pensamiento a través de actividades que promuevan la ejecución mental y la creatividad.

El docente debe generar al interior del aula actividades que involucren las operaciones de pensamiento como la observación, comparación, resumen, clasificación, interpretación, crítica, suposiciones, imaginación, organización de datos, hipótesis, toma de decisiones, diseño de proyectos y hasta las investigaciones.

El currículo debe tener como eje los procesos cognitivos, no los contenidos, de esta manera se potencializa el desarrollo de las habilidades de pensamiento como instrumentos para el aprendizaje. La utilización habitual de los procesos cognitivos en el aula de clase tiene como finalidad lograr el hábito y la capacidad para utilizarlos en forma natural y espontánea. No se trata de enseñar o aprender procesos sino orientar en el empleo correcto o dejarlos de subutilizar.

El uso de procesos cognitivos permite el desarrollo de la racionalidad, la creatividad y la sociabilidad. La motivación es importante porque marca lo aprendido y el proceso se vive con mayor intensidad, rapidez y precisión. El docente, que es un sujeto activo dentro del aula, al igual que el estudiante, debe generar actividades innovadoras que faciliten el rendimiento académico y el uso de procesos cognitivos induciendo de forma natural a pensar, es decir, el estudiante se siente en la necesidad de observar, comparar, clasificar, plantear hipótesis, interpretar y muchas cosas más de manera natural.

Figura 4.5 Proceso de pensamiento: operaciones mentales, procesos y aprendizaje



Fuente: elaboración propia

El fin de un modelo didáctico es el aprendizaje

El aprendizaje, como todo proceso, lleva implícita una construcción y asociación entre lo pedagógico, lo epistemológico y lo didáctico, es decir, una triangulación que tiene como finalidad hacer efectiva la comunicación entre el facilitador del proceso y el estudiante.

El aprendizaje es un proceso individual y colectivo en el que se involucra el pensamiento como proceso central, en esta acción existe una asociación de ideas entre la realidad que encontramos en un momento determinado con los conceptos previos que tenemos de la situación, en estas relaciones emitimos un juicio de valor o “concepto”.

Día a día nos cuestionamos frente a la realidad, de esta manera construimos y reconstruimos conceptos y conocimientos. El pensamiento se puede considerar complejo de acuerdo con las asociaciones a las cuales nos enfrentamos; conforme a la complejidad de conceptos construimos nuevos conocimientos.



El proceso a través del cual es posible aprehender se denomina *cognición*, este incluye la percepción, la atención, el almacenamiento y el proceso de información y recuperación de la misma. Sucede en la memoria. Por su parte la *metacognición* es una capacidad que tiene que ver con el grado de conciencia que tiene la persona en correspondencia a su forma de aprehender y pensar, partiendo de que este es un proceso se requiere de la planificación de actividades con el fin de autorregular el aprendizaje. El estudio de la metacognición organiza actividades con el fin de acceder al conocimiento de manera organizada, controlada y con el ánimo de verificar el éxito del proceso.

Las estrategias pedagógicas son las herramientas que el profesor o el docente diseñan, emplean y seleccionan con el propósito de potencializar una competencia en el ser humano y facilitar un proceso educativo. El modelo de educación dentro de la autogestión del conocimiento debe plantearse con el objetivo de potencializar la capacidad para seguir aprendiendo, aún sin la influencia del aparato educativo. Esto se puede lograr a través de la mediación, la interacción y el estudio independiente, teniendo en cuenta que la mediación son las formas metodológicas que responden a los interrogantes sobre el cómo es factible alcanzar el aprendizaje. Finalmente la mediación es la relación entre el medio tecnológico y la estrategia pedagógica que sustenta un ejercicio didáctico.

El material didáctico, por su parte, es el objeto que facilita el proceso y construcción del aprendizaje. Siguiendo la línea expuesta por Fernández (2010) la innovación aparece en este aspecto como el cambio requerido para darle un giro diferente a lo que se acostumbra hacer, dándole sentido e identidad a las propuestas e indicando los siguientes aspectos:

- Identificación del tema o curso.
- Intención educativa y definición de competencias.
- Plan docente.
- Elaboración de recursos o selección de material.
- Preparación del escenario o ambiente RED-Coreografía de mediación digital.
- Preparación de los estudiantes .
- Aplicación o empleo de los materiales.
- Evaluación en el logro del aprendizaje.

Por otra parte se asume que la interacción es la *comunicación* entre dos o más objetos o sujetos de conocimiento, interactuantes entre sí.

- Hombre–hombre.
- Hombre–mediación tecnológica.
- Hombre–contexto.

Figura 4.6 *La comunicación: elementos del acto didáctico*



Fuente: elaboración propia

La interacción social permite ir transformando el conocimiento cotidiano en conocimiento científico a través de la construcción y reorganización cognitiva individual y colectiva. El elemento básico de cualquier actuación didáctica es la comunicación, se denomina acto didáctico a la acción comunicativa entre el estudiante y el profesor en torno a un tema o materia de estudio que implica un diseño curricular, una coordinación y una intencionalidad para alcanzar los objetivos académicos propuestos. La interacción didáctica es una función docente, tiene un nuevo escenario suministrado por la red y se asume en la coreografía, vista como una mediación digital, como lo menciona Medina, Domínguez y Sánchez (2011).

Aquí entran en juego los medios de información que, de acuerdo con Sevillano (2005), se clasifican en:

- Medios de masa.
- Medios individuales.
- Medios para la enseñanza.

Figura 4.7 *Profesor e interacción entre aprendices y medios*



Fuente: elaboración propia



Existen diferentes enfoques teóricos sobre los medios de comunicación social:

1. Clasificación de Defleur y Rokeach (1986).
2. Teorías de Mc Quail (1991).
3. Macroteorías.
4. Teorías centradas en el mensaje.
5. Teorías sobre la audiencia.
6. Teorías sobre los efectos de los medios de comunicación y teorías de la imagen ideal de los medios.

La autonomía

Es importante desarrollar progresivamente un nivel de autonomía en las actividades habituales del estudiante y en sus relaciones con el entorno. La adquisición de autonomía es un proceso progresivo en el que el educador va controlando de más a menos el grado de ayuda e intervención, tanto en la convivencia como en el ámbito curricular, planteando actividades que desarrollen la iniciativa, indagación, planificación, entre otras. Se debe generar autonomía dejando atrás la dependencia emocional al adulto con el fin de enfrentarse a la vida y los procesos para resolver los conflictos.

Una persona aprenderá a aprender en la medida en que sus procesos cognitivos sean adecuadamente estimulados a lo largo de su vida escolar y fuera de ella, como parte del proceso individual de aprendizaje; aún sin el aparato educativo se puede aprender. El aprendizaje por procesos debe ser una actitud docente fundamental que contribuirá efectivamente a erradicar el analfabetismo, esto supone que en el docente está la opción de poner a disposición de los estudiantes la palabra hablada y escrita. El protagonista en el proceso educativo es el estudiante, el docente debe asumir con responsabilidad su rol de facilitador, planeando y ejecutando efectivas acciones que permitan pensar. De la misma manera el maestro no debe truncar este propósito, queriendo ser el protagonista y poseedor del saber, los estudiantes son la razón de nuestra profesión, por lo mismo debemos cumplir a cabalidad con nuestra misión profesional.

El estudio independiente es un proceso a través del cual el individuo o un grupo de individuos, de acuerdo a sus intereses, busca la información necesaria para construir conceptos sobre un tema determinado. Dentro de este proceso se maneja el término de interactividad, entendida como lo que el estudiante aprende por sí mismo o a través de un mediador tecnológico.

Asimismo entendemos la corrección como una técnica didáctica que puede ser voluntaria, variada y participativa, que además debe favorecer la autonomía emocional y cognitiva en el rol de escritores, adaptando las técnicas a las características de cada estudiante. Como lo señalaba D'Angelo y Oliva (2003) es necesario leer y comentar sus borradores ofreciendo opciones de mejora que el alumno haga propias, respetando el nivel de logro alcanzado y exigiendo un poco más en función de sus posibilidades.

En conclusión el aprendizaje es un proceso individual o grupal, por ende, en la autonomía del ser humano, está la capacidad para optar por interactuar con el entorno y a la vez conocer; de la motivación individual o grupal surge la potencia necesaria para lograr éxito en dicho proceso. Es a la persona o las personas de un grupo a las que se motiva frente a una situación de interés, son ellas las que tienen consciencia de autorregular su aprendizaje potencializando efectivamente sus habilidades y competencias para lograr un desempeño satisfactorio a nivel personal, profesional y laboral. Ser competente en lo que hacemos es indispensable en el crecimiento de una sociedad justa e igualitaria, debe ser una respuesta a los objetivos personales y profesionales del ser humano que quiere ir de la mano con el progreso del mundo.

Los modelos de enseñanza se transforman en la acción pedagógica que propende por el aprendizaje

Las concepciones de enseñanza se han modificado a través del tiempo, la educación ha evolucionado de la pedagogía de la reproducción a la pedagogía de la innovación. “Lo que con lleva a pasar de una educación centrada en la enseñanza y el profesor a una educación centrada en el aprendizaje y el estudiante” (Castillo, 2006, p. 27). Ya existen autores de la cultura oriental que hablan del proceso aprendizaje-enseñanza para resaltar la importancia del mismo, en el proceso educativo se menciona la función del profesor como la acción pedagógica.

Acciones a emprender:

- Evaluar la formación inicial de profesores en ciencias.
- Diseñar estrategias didácticas y pedagógicas que promuevan el aprendizaje y la competencia científica, acercando a los estudiantes con la metodología científica.
- Actualizar los estándares curriculares en el área de ciencias para que los estudiantes cuenten con las competencias requeridas en contextos locales, regionales e internacionales necesarias para el contexto globalizado.
- Estudiar desde las fuentes primarias los factores asociados al desempeño en el área de ciencias para contribuir eficientemente a las políticas educativas del área.
- Analizar las preguntas liberadas por los organismos internacionales que proponen las pruebas masivas internacionales del área con el fin de tener una visión de las ciencias en el contexto global. Frente a estas se puede discutir con los docentes del



área sobre la pertinencia de actualizar los currículos y preparar a los estudiantes para responder a problemas en contexto internacional.

La innovación en la pedagogía y la didáctica

La innovación es un cambio en lo que se viene realizando con el fin de obtener mejores resultados y conseguir aprendizajes significativos que permitan transformar y resolver las situaciones problema que se presentan en los variados contextos de actuación del hombre. La innovación como sistema y como modelo tiene sus referentes en Havelock y Huberman (1980) quienes la definen como un trabajo novedoso y de envergadura tendiente a completar o crear un sistema. La investigación es el camino para la innovación de acuerdo con Stenhouse (1984).

Como lo señaló Gamboa (2008; 2012) el papel de la universidad en la transformación de la cultura es innegable, en tiempos pasados esta institución era de la élite, se centraba en la formación de hombres cultos y se tenía la concepción de que el saber disciplinar formaba el criterio de los docentes. En la actualidad la universidad es de las masas y los requerimientos son diferentes puesto que ahora no son las únicas instituciones dedicadas a la educación. Existen diversos ambientes de aprendizaje, desde lo cotidiano que se construye y reconstruye a través de la planeación pedagógica y didáctica hasta la autonomía profesoral. La nueva universidad debe ser más exigente, flexible, de rápida respuesta, descentralizada e interconectada, generando una cultura más rica, plural, comunicativa y, por tanto, más transparente.

La universidad le ha concedido una extraordinaria importancia al uso de la didáctica y la pedagogía con el objeto de comprender de una manera científica, y basada en los logros de esta ciencia, el actual proceso de universalización que se lleva a cabo en todo el mundo. La importancia de la didáctica es innegable, partiendo de los aportes extraordinarios de Juan Amós Comenio con su obra “Didáctica Magna”, en la cual señala como revolución educativa la humanización del hombre a través de la interacción entre tres elementos: la sabiduría de entendimiento, la prudencia para actuar y la piedad de corazón.

Propuestas de mejora

Teniendo en cuenta el análisis de la evaluación externa en el área de Ciencias, Gamboa (2012), y el análisis del desempeño del sistema de educación colombiano, específicamente los estándares en ciencias naturales, las medias internacionales reportadas en los informes de gobierno nacional e internacional, los fundamentos teóricos y epistemológicos de las ciencias naturales, el análisis de la oferta nacional e internacional y los proyectos de investigación adelantados por el grupo “Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Básicas”, reconocido por Colciencias a través de la convocatoria 542 de 2011 y 598 de 2012, con el fin de hacer efectiva a

mediano plazo la internacionalización del currículo, la convalidación de sus cursos, el intercambio de estudiantes a nivel internacional y la doble titulación en ciencias de la educación y ciencias exactas, se considera pertinente proponer un *programa de formación de profesores en ciencias* a través del análisis crítico para generar mejoras e incluir los aspectos que en este análisis resultaron deficientes, como la profundización en el conocimiento de las áreas de física, geología y astronomía.

Se propone entonces el análisis del entorno para definir núcleos problémicos (NP) y núcleos integradores de problemas (NIP). El objetivo de la propuesta es formar profesionales con los conocimientos disciplinares que les permita explicar, clasificar y representar la composición y la organización de la materia, conocer el entorno incluyendo la naturaleza eléctrica y de movimiento para comprenderlo, cultivar en los estudiantes la creatividad, la motivación por las ciencias y los valores, factores que les permita actuar con consciencia social para reconocer a sus pares, su realidad, su contexto y los problemas que deberán resolver mediante el uso del conocimiento disciplinar, pedagógico y didáctico de las ciencias.

El programa de formación de profesores en ciencias se plantea de la siguiente manera:

Fase I. Análisis del entorno

Se parte del análisis de la evaluación externa en área, Gamboa (2012), y la realidad mundial para ir delimitando la propuesta curricular, definiendo macroproblemas del área, como se muestra en la figura 4.8.

Fase II. Análisis de las áreas de desempeño y articulación con el análisis del entorno. Figura 4.9.

Se analiza el entorno e inicialmente se articula con las áreas de desempeño definidas en el proyecto académico, pedagógico social y solidario de la UNAD, la propuesta puede ajustarse a otros modelos educativos, se articulan al análisis de la evaluación del área y del entorno para delimitar la formulación de núcleos problémicos e integradores de problemas. Como se describe en la tabla 4.1.

Fase III. Definición de rutas para resolver los problemas y análisis de los cursos que permitirán resolver asertivamente las problemáticas planteadas alrededor de la formación de profesores en ciencias y educación ambiental.

En la tabla 4.2 se define la articulación de problemas, núcleos articuladores de problemas, núcleos problémicos y redes académicas para la Licenciatura de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, que se describen en la figura 4.10.

Fase IV. Propuesta curricular para la formación de profesores de ciencias y educación ambiental.

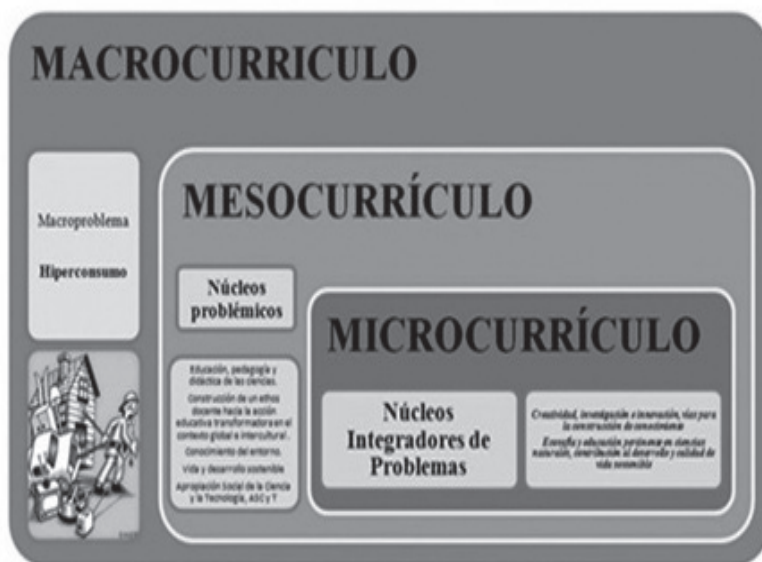
Se presenta finalmente en la figura 4.11.

Figura 4.8. Definición de macroproblemas en torno a las Ciencias Naturales y Educación Ambiental



Fuente: elaboración propia

Figura 4.9. Análisis del entorno para la definición de núcleos problémicos e integradores de problemas alrededor de las Ciencias Naturales y Educación Ambiental



Fuente: elaboración propia

Tabla 4.1. Descripción de las áreas de desempeño, macroproblemas por área y definición de núcleos problemáticos

Áreas	Macroproblemas	Problemas por área	Núcleo Problemático
Desempeño Profesional	Crisis educativa Crisis de valores	Educación en ciencias naturales y educación ambiental Cómo enseñar y cómo aprender Cómo evaluar Pertinencia de medios y mediaciones Pertinencia evaluación y pruebas masivas Prácticas pedagógicas de las licenciaturas que estudian de manera independiente la ciencias	Educación, pedagogía y didáctica de las ciencias naturales
		Educación para: Reconocimiento del otro Respeto Reevaluación de la escala de valores Reconocimiento del entorno	Construcción de un <i>ethos</i> docente hacia la acción educativa transformadora en el contexto global e intercultural
Disciplinar	Cambio climático	Educación para reconocer efectos y prevención de: Lluvia ácida Efecto invernadero Erosión Contaminación	Conocimiento del entorno
	Crisis de la salud	Educación para reconocer efectos y prevención de: Productos transgénicos Envejecimiento prematuro por contaminación Vacunas Prevención Enfermedades infecciosas	Vida y desarrollo sostenible y sustentable
Comunitario	Crisis en la producción	Educación para reconocer la necesidad del: Abastecimiento de agua Abastecimiento de alimento Abastecimiento de energía Solución de problemas CTS Educación ambiental Consciencia de la situación regional y global	Apropiación social de ciencia y tecnología, ASC y T

Fuente: análisis de la evaluación externa (Gamboa, 2012) y análisis del entorno



Los propósitos de formación

En coherencia con la resolución del Ministerio de Educación Nacional MEN, número 5443 del 20 de junio de 2010, los educadores como los profesionales que acompañan a los niños, niñas, jóvenes y adultos en sus procesos de desarrollo personal y de aprendizaje deben formarse como agentes del sistema educativo que contribuyan eficiente y eficazmente a mejorar la calidad de vida en el país.

El MEN a través de las facultades establecidas en Ley 1188 de 2008 y el decreto 1295 de 2010, establecen en el decreto 5443 el perfil del educador como el profesional con formación pedagógica que en respuesta a las necesidades de los contextos y sus personas, orienta procesos de enseñanza y aprendizaje.

El licenciado en ciencias naturales y educación ambiental se perfila como el profesional capaz de conservar la creatividad, fomentar la investigación y la innovación como vías para construcción de conocimiento, en cada uno de sus estudiantes. A su vez se constituye en un promotor del cuidado del ambiente a través de un concepto amplio de la ecología, seleccionando pertinentemente los temas a abordar en sus clases para contribuir al desarrollo y calidad de vida sostenible y sustentable.

Perfil del educador

Organiza y dirige grupos para el trabajo en equipo para generar en los estudiantes la crítica, reflexión y análisis que le permita solucionar problemas más allá del aula de clases, transformando su realidad para mejorar sus condiciones de vida y la de su comunidad.

- Creador, organizador y desarrollador de ambientes de aprendizaje contextualizados desde situaciones vinculadas con conocimientos físicos, naturales, biológicos, económicos, sociales, históricos y de otros saberes.
- Desarrolla proyectos de investigación que aproximen a sus estudiantes a la aproximación social a la ciencia y la tecnología ASC y T.
- Evalúa su acción docente para mejorar sus prácticas y estar actualizado.
- Elaboración de proyectos comunitarios para prevención y mitigación de riesgos por explotación de recursos naturales o afectación de acción humana como vertimientos a fuentes de agua, rellenos sanitarios, tratamientos de basuras, entre otros.

Propósitos generales:

- Mejoramiento de la calidad de la educación científica en los diferentes niveles, grados y modalidades que tiene el sistema educativo colombiano para los ciclos de básica secundaria y media académica.

- Formar licenciados en ciencias naturales y educación ambiental con las competencias pedagógicas y didácticas suficientes para que sea el actor principal en la educación de las actuales y futuras generaciones.
- Formar licenciados en ciencias con capacidad para participar en entidades científicas mediante la actualización y profundización de sus prácticas investigativas con el fin de agregar valores tanto en la formación personal como en la búsqueda sistemática de alternativas diversas para la resolución de problemas científicos, sociales, culturales y otros que sean parte de su entorno social y laboral.
- Formar licenciados en ciencias naturales y educación ambiental que reflexionen permanentemente sobre el rol de la profesión docente y las implicaciones que tiene en el desarrollo de una sociedad desde su reconocimiento e interpretación de los diversos contextos sociales, culturales y políticos en los cuales interactúa en calidad de persona y miembro de una determinada comunidad.
- Formar licenciados en ciencias naturales y educación ambiental en el desarrollo de competencias para el manejo adecuado de medios y mediaciones pedagógicas, así como herramienta de interactividades para la creación de redes y comunidades de trabajo colaborativo y cooperativo.
- Formar licenciados en ciencias naturales y educación ambiental desde la condición de aprender autónomamente, capaces de construir sus conocimientos desde la independencia y autonomía en aras de conseguir el éxito académico. Que reconozca la necesidad de aprender de manera permanente, estructurando formas de aprendizaje en las que puede fijar sus propias normas y así poderlas cumplir.
- Formar licenciados en ciencias naturales y educación ambiental que se desempeñen como líderes comunitarios capaces de atender las necesidades de sus comunidades desde lo social-educativo, emprendiendo acciones que mejoren la calidad de vida a partir del diseño de proyectos para el beneficio comunitario, buscando convenios que permitan el desarrollo de su región y asimismo fortalecer la investigación científica para beneficio de su región.

Propósitos particulares:

- Formar al docente en una sólida fundamentación pedagógica, investigativa y didáctica de los saberes disciplinares.
- Formar al docente en una sólida fundamentación en el saber disciplinar.



- Formar al docente en el diseño de ambientes de aprendizaje que permitan estimular la creatividad, la autonomía y el liderazgo en los estudiantes que se forman en el programa como futuros docentes.
- Formar al docente en el desarrollo de habilidades y destrezas para interpretar fenómenos físicos, sociales y culturales a través de los modelos matemáticos.
- Proyectar al docente para que se asuma y sea asumido como un ser consciente y activo para la transformación de la sociedad, la promoción de comportamientos democráticos y la cualificación de la vida individual.
- Formar al docente para que sea capaz de aprovechar los desarrollos de la ciencia y la tecnología para asimilar los retos de la evolución de la disciplina y su aplicación a la educación.
- Formar al docente con alta calidad científica y ética.
- Formar al docente en el diseño de planes curriculares que garanticen la optimización de sus prácticas pedagógicas articuladas con la realidad social, cultural, científica, política y ética de nuestro contexto educativo nacional e internacional.
- Formar al docente en el diseño de estrategias de aprendizaje que le permitan formular estrategias frente al manejo de TIC para que sean aplicadas en su práctica pedagógica.
- Formar al docente para que sea capaz de expresar comportamientos solidarios que permitan reflejar el trabajo colaborativo, y con ello ser partícipes en la construcción de la equidad social.

Perfil ocupacional del educador en el área de ciencias naturales y educación ambiental

El docente de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental puede desempeñarse en los ciclos de educación básica, básica secundaria y media académica. Tendrá la posibilidad de continuar sus procesos de formación para acceder a los siguientes niveles de formación con una especialización por áreas de formación en ciencias y se garantizará el acceso a maestrías en docencia para el nivel superior del sistema educativo. Podrá desempeñarse también como:

- Diseñador de recursos didácticos mediante el uso de herramientas informáticas.
- Diseñador de unidades didácticas adaptadas al medio social y cultural en el que labora.
- Diseño de planes de mitigación y prevención de riesgos por explotación de recursos naturales y en proyectos comunitarios.

Competencias

En coherencia con los lineamientos del MEN, la visión de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Unesco, y los planteamientos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, las competencias básicas para el milenio se dirigen al uso apropiado del lenguaje y la tecnología, la interacción en grupos heterogéneos y la actuación autónoma en los diferentes escenarios garantizando el aprendizaje y un desempeño acorde a las necesidades del mundo globalizado, acorde con la definición y selección de competencias clave, Deseco.

Para cumplir con este propósito el programa toma como referente que el proceso de aprendizaje es viable por la activación de procesos cognitivos, dicha acción se activa a través de las estrategias pedagógico-didácticas que se seleccionan en el desarrollo de la planeación. Este procedimiento requiere de la constante reflexión sobre las concepciones y prácticas docentes, el diseño, la consecución de acciones y la sinergia del aula, todo lo anterior enfocado en el fin de transformar las prácticas tradicionales de enseñanza-aprendizaje por prácticas de calidad para la educación Colombiana. Gamboa, Briceño y Sánchez (2009, p. 827) señalan que “se requiere establecer relaciones entre los procesos cognitivos, las estrategias pedagógicas y didácticas seleccionadas, las metas establecidas por competencias y la organización jerarquizada de dominios conceptuales”.

Por lo anterior, como ilustración inicial, se proyecta incluir en la planeación curricular estrategias didácticas tales como:

- Foros de trabajo colaborativo y cooperativo: con el fin de desarrollar el proceso de argumentación, enjuiciamiento y toma de decisiones, se asumen roles, se plantean acciones para alcanzar una meta y se propende por el autoaprendizaje y la autorregulación para aprender a lo largo de la vida, aún sin el aparato educativo.
- Capacidad de acción y decisión en situaciones cotidianas: en el trabajo en equipo se asumen responsabilidades y la construcción es colectiva.
- Ponencias.
- Diálogo socrático.
- Árbol de decisión casuística: conversación ordenada, y detallada que da cuenta de sí y de la relación con el medio. Coexiste la contradicción y las confusiones para generar conocimiento dentro de un foro en el cual se recomienda la aplicación del modelo Wunaguardena propuesto por Carabajal y Lowe (2001) para construcción social.



- Comentario especializado de relectura.
- Club de revistas: para generar procesos cognitivos reunidos en la argumentación, juicio crítico, respeto y honestidad, definición de funciones, roles, toma de decisiones, respeto, responsabilidad, solidaridad, comprobación-validación, construcción de conocimiento y toma de conciencia e integración.

Sin desconocer que como educador las competencias básicas, trazadas por el MEN, son:

- Comunicación efectiva verbal y no verbal.
- Hablar leer y escribir de forma coherente.
- Comunicarse efectivamente en una lengua extranjera diferente a la materna.
- Reconocer la diversidad, los derechos individuales y colectivos.
- Trabajar en equipo con responsabilidad.
- Conocer y utilizar los conceptos fundamentales de las matemáticas.
- Analizar de manera crítica las interacciones sociales.
- Usar las TIC para el trabajo colaborativo y la participación con comunidades virtuales.
- Aprender autónomamente las competencias profesionales le permitirán al educador actuar con prudencia, desarrollar actividades de enseñanza y aprendizaje fundamentadas en la didáctica, la historia, la epistemología y la pedagogía.
- Diseñar y gestionar proyectos.
- Valorar con ética la responsabilidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje, entre otros.

La propuesta curricular de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, a través del conocimiento de los problemas claves del mundo para la formación de profesores en ciencias, es una apuesta que se enmarca en el campo de la complejidad, por ello se entretajan todos los elementos de las ciencias naturales, se plantea la unión entre las ciencias como unidades y la multiplicidad como el elemento esencial para comprender los fenómenos naturales; en concordancia con Morín (1999) se enlaza el objeto de conocimiento de las ciencias naturales, su contexto, las partes y el todo, el todo y las partes, para constituir un tejido interdependiente, interactivo e inter-retroactivo, generando un conocimiento pertinente que enfrente la complejidad del mundo.

De acuerdo con la naturaleza del currículo su preparación debe estar en permanente evaluación para responder adecuadamente a los requerimientos del contexto

nacional e internacional e involucrar a todos los actores del proceso educativo, luego, no es un producto terminado, es un producto en permanente discusión, actualización y análisis que permita generar nuevos problemas para resolver y formar a los profesores y estudiantes en contexto.

Finalmente, para poder obtener datos de fuentes primarias y ahondar en el tema de la evaluación en el área de ciencias y los factores asociados al desempeño, se presentó un proyecto en la convocatoria nacional 002 de 2011 de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia, denominada “Factores asociados al desempeño en la evaluación del áreas de ciencias naturales o ciencias de la naturaleza. Comparación entre un país latinoamericano y un país europeo”, la cual cuenta con aprobación y financiación de parte de la Rectoría, mediante Resolución 4276 de 4 de julio de 2012.

Además la autora, consciente de la internacionalización del currículo y la necesidad de aunar esfuerzos a través de la cooperación internacional viene proyectando *establecer un convenio marco y uno específico con la UNED de España con el fin de diseñar una ruta curricular para implementar la doble titulación entre ciencias exactas y naturales con educación en ciencias como mecanismo para mejorar la formación profesional para desempeñarse idóneamente como educadores en ciencias, constituyéndose en una estrategia para impulsar el desarrollo científico y tecnológico del país de acuerdo con la postura manifestada por Arteta (2009).*



Tabla 4.2 Articulación de problemas, núcleos articuladores de problemas, núcleos problémicos y redes académicas para la Licenciatura de Ciencias Naturales y Educación Ambiental

MACROPROBLEMA MUNDIAL HIPERCONSUMO					
Núcleos problémicos					
Creatividad, investigación e innovación, vías para la construcción de conocimiento					
Ecosofía y educación pertinente en ciencias naturales, contribución al desarrollo y calidad de vida sostenible y sustentable					
Áreas	Macroproblemas	Problemas por área	Núcleos Integradores de problemas	Redes académicas	Cursos
Desempeño Profesional	Crisis educativa Crisis de Valores	Educación en ciencias naturales y educación ambiental	Educación, pedagogía y didáctica de las ciencias naturales. (15).	Historia y epistemología de las ciencias naturales (6)	Historia y epistemología de las ciencias (3) Introducción a la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (3)
		Cómo enseñar y cómo aprender		Investigación en el área de ciencias naturales (9)	Diseño de experimental (3) Bioestadística (3) Trabajo de grado (3)
		Cómo evaluar	Formación de docentes solidarios, autónomos y líderes en la transformación de su realidad intercultural desde la acción educativa en consonancia con una visión global sostenible. (33)	Procesos de enseñanza y aprendizaje (15)	Didáctica (3) Teorías de aprendizaje (3) Didáctica (3) Evaluación (3) Teorías curriculares (3)
		Pertinencia de medios y mediaciones		Gestión y administración educativa (3)	Gestión educativa (3)
		Pertinencia evaluación y pruebas masivas		Apropiación social de la ciencia y la tecnología (12)	Investigación educativa y pedagógica (3) Práctica pedagógica fundamental (3) Práctica pedagógica específica (3) Diseño de ambientes de aprendizaje (3)
		Prácticas pedagógicas de las Licenciaturas que estudian de manera independiente las ciencias		Educación y contexto sociocultural (3)	Ética docente (3)
		Reconocimiento del Otro			
		Respeto			
		Reevaluación escala de valores			
		Reconocimiento del entorno			

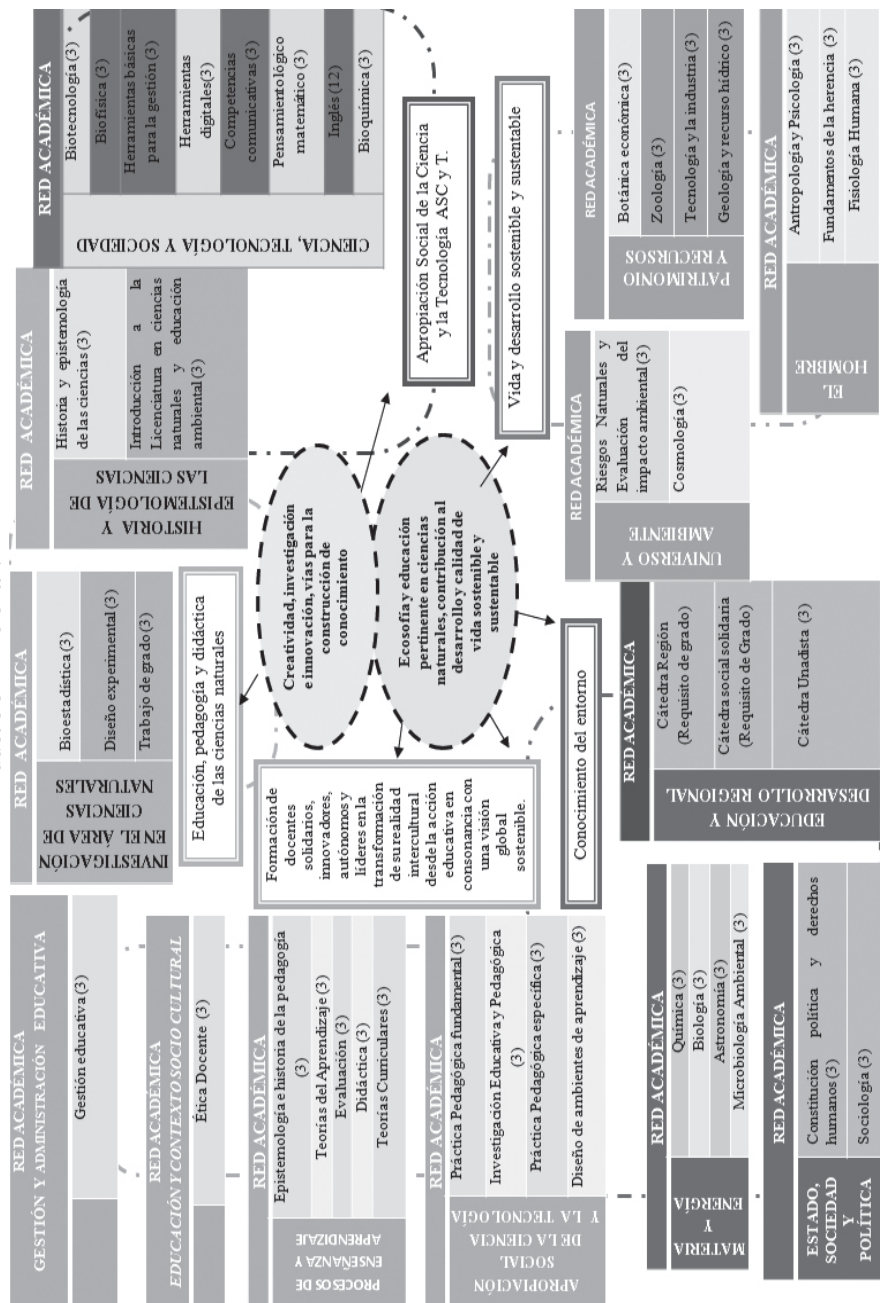
Disciplinar	<i>Cambio Climático</i> <i>Crisis de la Salud</i>	Educación para reconocer efectos y prevención de: Lluvia ácida Efecto invernadero Erosión Contaminación Productos transgénicos Envejecimiento prematuro por contaminación Vacunas Prevención Enfermedades Infecciosas (Diario de Semmelweis (Ignaz-1847) http://bioinfoplas.blogspot.com/2010/07/diario-de-semmelweis.html)	Conocimiento del entorno (21)	Materia y energía (12)	Química (3) Biología (3) Astronomía (3) Microbiología (3)
				Estado, sociedad y política (6)	Constitución política y derechos humanos (3) Sociología (3)
				Educación y desarrollo regional (3)	Cátedra región (Requisito de grado) Cátedra social solidaria (Requisito de grado) Cátedra Unadista (3)
				Universo y ambiente (6)	Riesgos naturales y evaluación del impacto ambiental (3) Cosmología (3)
Comunitario	<i>Crisis en la producción</i>	Educación para reconocer la necesidad del: Abastecimiento de agua Abastecimiento de alimento Abastecimiento de energía Solución de problemas CTS Educación ambiental Consciencia de la situación regional y global	<i>Vida y desarrollo sostenible</i> (27)	Patrimonio y recursos naturales Riesgos naturales (12)	Botánica económica (3) Zoología (3) Tecnología y la Industria (3) Geología y recurso hídrico (3)
				El hombre (9)	Antropología y psicología (3) Fundamentos de la herencia (3) Fisiología humana (3)
					Biofísica (3) Bioquímica (3) Herramientas básicas para la gestión (3) Herramientas digitales (3) Competencias comunicativas (3) Pensamiento lógico matemático (3) Inglés (12) Biotecnología (3)
				Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología ASC y T (33)	



Electivas de Formación Interdisciplinaria Básica común 2 cursos (6 créditos)	6 créditos
Electivas Disciplinares comunes 2 cursos (6 créditos)	6 créditos
Electivas Disciplinares específicas 4 cursos (12 Créditos)	12 créditos
Formación complementaria 3 cursos (6 Créditos)	6 créditos
Acogida e Integración Unidista 3 cursos (3 créditos – 2 Requisitos de grado)	3 créditos
Total créditos (Formación Interdisciplinaria Básica común + Disciplinar específica)	33(30+33+66)=162
Electivas del programa	
Mitigación y prevención de riesgos (3)	
Educación, cultura y sociedad (3)	
Escenarios educativos inclusivos (3)	
Prospección de las instituciones educativas (2)	
Astrobiología (3)	
Oceanografía (3)	
Química física (3)	
Reacciones químicas naturales (3)	
Geometría plana (3)	
Geometría del espacio (3)	
Inferencia estadística (3)	
Probabilidad (3)	
Análisis químico (3)	
Filosofía política (3)	
Geografía humana y social de Colombia (3)	
Perspectivas etnoeducativas en América Latina (3)	
Etnodesarrollo (3)	
Dibujo técnico (3)	

Fuente: análisis de la evaluación del área

Figura 4.10 Articulación de los núcleos integradores de problemas y núcleos problemáticos de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.



[illegible]

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. Inspección de Educación. Delegación Provincial de Huelva. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 2 (3), 280-301.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). Apuntes sobre la Formación epistemológica de los profesores de ciencias naturales. *Pedagogía y saberes*, 21, 9-19.
- Alonso, J. (1997). *Motivar para el aprendizaje*. Barcelona: Edebé.
- Álvarez, I. (2008). Evaluación del aprendizaje en la universidad: una mirada retrospectiva y prospectiva desde la divulgación científica. *Electrónica de investigación psicoeducativa* 14, 6 (1), 235-272.
- Álvarez, R. (1997). *Hacia un currículum integral y contextualizado*. La Habana: Academia.
- Arancibia, V. (1997). *Los sistemas de medición y evaluación de la calidad de la educación*. N° 2. Santiago de Chile: Unesco-Llece.
- Electrónica de la enseñanza de las ciencias*, 7 (1), 1-22.
- Arteta, J. (2009). *La doble titulación ciencias exactas y naturales-educación. Posibilidades y retos*. Comisión de trabajo conjunto. Bogotá: Acofacien-Ascofade.
- Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. (2009). *La calidad de la educación en Colombia: un análisis y algunas opciones para un programa de política*. Washington: Unidad de Gestión del Sector de Desarrollo Humano, Oficina Regional de América Latina y el Caribe.
- Banco Mundial (2009). *La educación en Colombia: un análisis y algunas opciones para un programa de política*. Recuperado de <http://ur1.ca/h1zfx>

- Barriga, F., Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Barrón, C. (2000). "La formación en competencias". En María de los Ángeles Valle (comp.). *Formación en competencias y certificación profesional*. México D.F.: Unam.
- Beillerot, J., Blanchard-Laville, C. & Mosconi, N. (1998). *Saber y relación con el saber*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Boletín Oficial del Estado, BOE. (2006). *Ley Orgánica 2/2006 de Educación, de 3 de mayo, (4/5/2006)*. España: Madrid.
- Brígido, A.M. s.f.). *El uso de la comparación en el análisis de un sistema educativo nacional*. Sociedad Argentina de Estudios Comparados en Educación. Recuperado de www.saece.org.ar/docs/congreso1/Brigido.doc
- Brown S. & Glasner, A. (2003). *Evaluar en la Universidad. Problemas y nuevos enfoques*. Madrid: Narcea.
- Camaño, A. (2007). *La evaluación PISA en Ciencias en 2006 en España e Iberoamérica*. Alambique. Didáctica de las Ciencias. Experimentales. 47, 5-11.
- Campanario, J., Moreno, J, Librero, A. & Otero, J. (s.f). *La metacognición y el aprendizaje de las ciencias*. Investigación en Innovación en la Enseñanza de las Ciencias. 1, 36-44. Recuperado de <http://ur1.ca/9a8vk>
- Castillo, S, Cabrerizo, J. (2006). *Formación del profesorado en educación superior. Volumen I*. España: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.
- Castillo, S, Cabrerizo, J. (2007). *Evaluación educativa y promoción escolar*. Madrid: Pearson. Printice Hall.
- Castillo, S. (2002). *Compromisos didácticos de la evaluación educativa*. Madrid: Pearson Educación.
- Centro de Investigación y Documentación Educativa. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2003). *El sistema educativo español (2002)*. Madrid: España.
- Claxton, G. (1987). *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza.
- Collier D. (1994). *El método comparativo: dos décadas de cambios*, en Sartori, G, (comp.). *La comparación en Ciencias Sociales*. Madrid: Alianza, 51-79.
- Corominas, E. (2000). ¿Entramos en la era portafolios? *Bordón*, 52 (4), 509-521.
- Correa, J. (2010). *Relaciones técnicas alumno-docente*. Bogotá: MEN.
- D'Angelo, E., Oliva, J. (2003). *Lectura y escritura en contextos de diversidad*. Madrid: Comunidad de Madrid, Consejería de Educación, Dirección General de Promoción Educativa.
- Díaz Barriga, A. (2006). *Las pruebas masivas. Análisis de sus diferencias técnicas*. Mexicana de Investigación Educativa. 11, (29), 583-615.
- Díaz Barriga, F., Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Tercera edición. México: McGraw-Hill.



- Documentación Educativa (CIDE). (2008). *El desarrollo de la educación en España 2008*. Informe nacional de España. Documento presentado ante la Conferencia Internacional de Educación, 48a reunión. Ginebra, Suiza.
- Dweck, C., Elliot, E. (1983). «*Achievement motivation*». En E.M. Hetherington (ed.), *Situakuzatub, personality and social development*. New York: Wiley.
- El Abedul. (2009). *Ley 1324 de 2009*. Bogotá. Recuperado de: <http://ur1.ca/h1zgv>
- Enkvist, I. (1990). *¿Qué rasgos caracterizan una buena traducción literaria?* España: Centro Virtual Cervantes. Asele, Actas II.
- Ferrer, E., Castell, J & Ferrán, J (2006). *Las desigualdades del sistema educativo a través del estudio PISA 2003*. De educación. (Extra PISA 2006), 399-428.
- Feyerabend, P. (1975). *Against Method*. Londres:Verso. [Tratado contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento] (1981). Madrid: Tecnos.
- Gallardo, M., Fernández, M., Sepúlveda, M., Serván, M., Yus, R & Barquín, J. (2010). *PISA y la competencia científica: Un análisis de las pruebas de PISA en el Área de Ciencias*. Relieve, v. 16, n. 2. Recuperado de <http://ur1.ca/9a6uk>
- Gallego, R., Pérez, R. (1997). *La enseñanza de las ciencias experimentales*. Bogotá: Magisterio.
- Gamboa, M. (2003). La formación científica a través de la práctica de laboratorio. *Umbral científico*. 003, 3-10.
- Gamboa, M. (2004). *Diagnóstico sobre las concepciones que tienen los profesores y estudiantes de las Facultades de Salud e Ingeniería de la Fundación Universitaria Manuela Beltrán acerca de las prácticas de Laboratorio de Química*. (Tesis de Maestría en Docencia de la Química). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gamboa, M (2008). *Primer Congreso Nacional: Socialización de experiencias didácticas en educación en Ciencias Básicas*. Bogotá: Universidad Manuela Beltrán.
- Gamboa, M, Sánchez, D. (2009). Reestructuración de un sistema de evaluación en las áreas de matemáticas, química y biología. Experiencia de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Manuela Beltrán. *Journal of Science Education*. 10, 97.
- Gamboa, M, Sánchez, D & Briceño, J. (2009). La planeación pedagógica como estrategia de investigación para fortalecer la formación científica de los estudiantes en las áreas de Ciencias Básicas de la Universidad Manuela Beltrán. *Tecné, Episteme y Didaxis, TEA*, Número Extra, 826-832.
- Gamboa, M., García, Y. & Martínez L. (2010). Caracterización de pruebas objetivas de evaluación de la Escuela Ciencias de la Educación de la UNAD. "Un reto estructurar ítems y pruebas". *Sendero Investigativo de la Escuela Ciencias de la Educación, Siece*, 1 (1), 11-34.
- Gamboa, M. (2011). La educación y la formación en el ámbito familiar y escolar. *SIECE*, 1 (2), 7-10.
- García, M. (2009). *Estudio comparativo de la educación: Finlandia y Comunidad de Madrid. Análisis y Recomendaciones*. Comunidad de Madrid: Consejería de Educación. Recuperado de <http://ur1.ca/9a8ru>

- Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de la ciencia. *Educación Química*, 20 (ext.), 212-219.
- Gil Pérez, D. & Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las Ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Educación*, N° Extra. 295-331. Recuperado de <http://ur1.ca/9a8x7>
- González, L. (2003). Aproximación a una formación académica de calidad: el punto de vista de los estudiantes universitarios. *Journal of Research in Educational Psychology* 1(1), 20-42.
- Guerra, M, Alfaro, S. (2010). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association*. (Tercera edición traducida de la sexta en inglés). México: Manual Moderno.
- Hantrais, L. (1995). Métodos de investigación comparativa. *Social research*, 13, Update. 34-45.
- Hatzinikita, V., Dimopoulos, K. & Christidou, K. (2008). PISA test items and school textbooks related to science: A textual comparison. *Science Education*, 92 (4), 664-687.
- Henao, B., Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1), 47-62.
- Huertas, J. (2006). *Motivación: querer aprender*. Buenos Aires: Aique.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. (2002). *Informe sobre la Educación Superior en Colombia*. Bogotá: Icfes.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. (2010). *Síntesis de resultados. Colombia en PISA 2006 y 2009*. Bogotá: Icfes.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. (2010). *Síntesis de resultados TIMSS 2007*. Bogotá: Icfes.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. (s.f). *Mundo de Competencias*. Colombia aprende. Recuperado de <http://ur1.ca/9a8li>
- Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa. (2008). *TIMSS 2007. Resultados en Matemáticas y Ciencias en el País Vasco*. País Vasco: Departamento de Educación Universidades e Investigación.
- Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa. (2011). *PISA: Competencia científica para el mundo del mañana. I. Marco y análisis de los ítems*. País Vasco: Departamento de Educación Universidades e Investigación.
- Izquierdo, M., Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science Education*, 12, 27-43.
- Jorba, J., Casellas, E. (1997). *Estrategias y técnicas para la gestión social en el aula. La regulación y autorregulación de los aprendizajes*. España: Síntesis S.A.
- Luján, J. (2009). *Profesores universitarios: atentos con las dinámicas mundiales*. Medellín: Eafit. Recuperado de <http://ur1.ca/96mnf>



- Maestro, C. (2006). La evaluación del sistema educativo. *Educación (ext.)*, 315-336.
- Manassero, M., Vázquez, A. (2002). Las concepciones de estudiantes y profesores de ciencia, tecnología y su relación: consecuencias para la educación. *Ciencias de la Educación*, 191, 315-343.
- Manassero, M., Vázquez, A. & Acevedo, J. (2003). *Cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (Cocts)*. Princenton, NJ: Educational Testing Service. Recuperado de <http://ur1.ca/9a6us>
- Martín-Díaz, M.J., Nieda, J. & Cañas, A. (2002). *El aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en evaluación de la Educación Secundaria*. Madrid: Marchesi y Martín.
- McKinsey Report. (2007). *How the world's best-performing school systems come out on top*. USA: McKinsey & Company.
- Medina, A., Domínguez, M., Sánchez, C. (2011). La comunicación didáctica en la tutoría virtual. *ETD-Educação Temática Digital*. 12 (n.esp), 12-30.
- Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Datos y cifras. Curso 210/2011*. Madrid: España.
- Ministerio de Educación Nacional. (1994). *Ley General de Educación*. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (1997). *La evaluación en el aula y más allá de ella*. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2002). *Finalidades y alcances del Decreto 230 de 2002, currículo, evaluación y promoción de los educandos, y evaluación institucional*. Bogotá: Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *El plan decenal de educación. Compendio general pacto social por la educación 2006-2016*. Bogotá: Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Estatuto de profesionalización docente. Información general y avances*. Bogotá: Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *El desarrollo de la educación en el siglo XXI*. Informe Nacional de Colombia. Bogotá: Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Sociales. Formar en ciencias: ¡El desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer*. Bogotá: Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Informe Nacional sobre el Desarrollo de la Educación en Colombia*. Informe presentado ante la 47ª reunión de la Conferencia Internacional de Educación. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Plan nacional decenal de educación 2006-2016*. Bogotá: Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Decreto 1860 de 1994*. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Resolución 2343 de 1996*. Bogotá: MEN.

- Ministerio de Educación y Ciencia. (2004). *El desarrollo de la educación*. Informe nacional de España. Documento presentado ante la Conferencia Internacional de Educación, 47ª reunión. Ginebra: Suiza.
- Ministerio de Educación y Cultura. (2011). *TIMSS 2007. Guía del usuario para la base de datos Internacional. Preguntas de Ciencias y Matemáticas. 4º Curso de Educación primaria*. Madrid: España.
- Ministerio de Educación y Cultura. (1966). *Informe nacional sobre el desarrollo de la educación*. Documento presentado ante la Conferencia Internacional de Educación, 45ª reunión. Ginebra: Suiza.
- Ministerio de Educación Nacional. (2009). *Organización del sistema educativo. Conceptos generales de la educación preescolar, básica y media*. Bogotá: Codesocial.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2001). *El desarrollo de la educación*. Informe nacional de España. Documento presentado ante la Conferencia Internacional de Educación, 46ª reunión. Ginebra: Suiza.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2000). *El sistema de investigación educativa en España. Áreas de estudios e investigación*. Madrid: España.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. Boletín Oficial del Estado nº 196 (4 de mayo), 17158-17207. Madrid: España.
- Ministerio de Educación, Política Social y Deporte. (2008). *El desarrollo y el estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la educación de adultos*. Informe nacional de España. Madrid: España.
- Ministerio de Educación; Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa. (2009). *Informe del sistema educativo español*. Madrid: España.
- Ministerio de Educación; Instituto de Evaluación. (2009) *Evaluación general del sistema educativo*. Madrid: España.
- Ministerio de Educación; Instituto de Evaluación. (2009). *Evaluación general de diagnóstico. Educación primaria, cuarto curso. Informe de resultados*. Madrid: España.
- Ministerio de Educación; Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa. (2009). *Didáctica, currículo y organización escolar*. Informe del Sistema Educativo Español 2009. Madrid: España.
- Miras, M. (s.f.). «Afectos, emociones, atribuciones y expectativas: el sentido del aprendizaje escolar». En Coli, C., Palacios, J. & Marches, A. (comps.). *Psicología de la educación escolar*. Madrid: Alianza. Recuperado de <http://ur1.ca/9a8z2>
- Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. (1996). *Colombia al filo de la oportunidad*. Bogotá: Exe.
- Montgomery, D, Runger, G. (1996) *Probabilidad y estadística aplicadas a la Ingeniería*. México D.F.: McGraw-Hill.



- Moore, K. (2001). *Classroom Teaching Skills*. Boston: McGraw-Hill.
- Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París: Unesco.
- Murillo J. (s.f.). *Evaluación del desempeño en la carrera profesional docente*. Madrid: España. Recuperado de <http://ur1.ca/9a6ue>
- Nieda, J.; Cañas, A. y Martín-Díaz, M.J. (2004). *Actividades para evaluar ciencias en secundaria*. Unesco: Visor/Cátedra.
- Nieda, J., Cañas, A. & Martín-Díaz, M.J. (2003). La evaluación de Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria Obligatoria, *Alambique*, 37, 41-49
- Nohlen, D. (2006). *Diccionario de la Ciencia Política: teorías, métodos, conceptos*. México D.F.: Porrúa.
- Oliva, J., Acevedo, J. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuesta de futuro. *Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia. Eureka*, 2 (2), 241-250.
- Oñorbe, A. (2008). Las pruebas de evaluación en Ciencias del proyecto PISA. *Alambique. Didáctica de las Ciencias. Experimentales*. 57, 41-52.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2002). *La definición y selección de competencias clave (Deseco). Resumen ejecutivo*. Recuperado de <http://ur1.ca/9a95l>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2007). *PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*. Recuperado de <http://ur1.ca/dlkjo>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2007). *PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*. Recuperado de <http://ur1.ca/dlkpg>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2008). *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*. Madrid: Santillana.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2008). *Evaluación Internacional de los Alumnos de la OCDE 2007*. Informe español. Madrid: España.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2009). *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*. Madrid: Santillana.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2010). *Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*. España: ITE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE. (2011). *Panorama de la Educación. Indicadores de la OCDE 2011*. Madrid: Ministerio de Educación. Disponible en: <http://ur1.ca/h1z4d>
- Ortiz, J. (1997). *Evaluación educativa*. Bogotá: Icfes.
- Osborne, J. (2006): *La enseñanza de las Ciencias y la evaluación PISA 2006*. VII Seminario de Primavera. Madrid: Fundación Santillana.

- Ospina, J. (2006). La motivación, motor del aprendizaje. *Ciencias de la Salud*, (4), 158-160.
- Palincsar, A., Brown, A. (1984). «Reciprocal Teaching of Comprehension-Fostering and Comprehension-Monitoring Activities», *Cognition and Instruction*, 1 (2), 117-175.
- PISA (2006). *Programa internacional para la evaluación de estudiantes*. Recuperado de <http://url.ca/9aiy9>
- Ponce de León, E. (2001). Planeación, elaboración, aplicación y análisis de una prueba objetiva de conocimientos. *Avances en medición y evaluación en psicología y educación: cinco lecturas selectas. Aula psicológica*, No. 3. Bogotá: Universidad del Bosque.
- Pozo, J. (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza.
- Psalidas, A., Apostolopoulos, C. & Hatzinikita, V. (2008). Investigating factors affecting students' performance to PISA Science items. *International Journal of Engineering Research & Technology Review* 1, 90-97.
- Räsänen, R. (2006). *Quality education - A small nation's investment for future. Teaching material for teacher education*. Faculty of Education. Oulu University. (Document not published).
- Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre. España: Madrid. (2006).
- Real Decreto 1513/2006 de 7 de diciembre. España: Madrid. (2006).
- Rebollo, M. (2010). *Análisis del concepto de competencia científica: definición y sus dimensiones*. Recuperado de <http://url.ca/9a8tx>
- Rodríguez E. (2009). El portafolio ¿modelo de evaluación o simple historial del alumno? *H. Salmerón (Coord.). Diagnosticar en Educación*. Granada: Fete/UGT, 183-199.
- Ruiz, G. (2011). El lugar de la comparación en la investigación educativa. *Latinoamericana de Educación comparada*. 2 (2), 84-93.
- Salcedo, L. (2000). Aporte de la en química analítica y su aporte a la formación científica de los profesores de química. *Tecne Episteme y Didaxis*. 7, 41-57.
- Sánchez R. (2006). *Observatorio Nacional de Políticas en evaluación. Facultad de Educación. Departamento de postgrados*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sartori, G., Morlino, L. (1994). *La comparación en las ciencias sociales*. Madrid: Alianza.
- Schriewer, J. (1990). Comparación y explicación en el análisis de los sistemas educativos. *De educación*. Número extraordinario, 79-132. Seminario de Primavera. Madrid: Fundación Santillana.
- Sevillano, M. (2005) *Didáctica en el siglo XXI. Ejes en el aprendizaje y enseñanza de calidad*. España: McGraw-Hill.
- Smelser, N. (1976). *Comparative Methods in the Social Sciences*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Solé, I. (2001). El apoyo del profesor. *Aula de innovación educativa*. III (12), 32-43.



- Solé, I. (2009). Motivación y lectura. *Aula de Innovación Educativa*. 179, 56-59.
- Talanquer, V. (2011). Seminario Internacional. Química: Historia, filosofía y educación. 24 y 25 de Octubre. Bogotá: Universidad nacional Abierta y a Distancia, UNAD y Universidad Pedagógica Nacional, UPN.
- Tallón, P. (2005). *La motivación como estrategia de aprendizaje*. Diario Córdoba: Colombia. Recuperado de <http://ur1.ca/9fzat>
- Tarquino, C. (2006). *Procesos de pensamiento y aprendizaje, del ayer al hoy en el aprender a aprender*. Bogotá: Universidad Manuela Beltrán.
- TIMMS (2007). *Programa internacional de tendencias en Matemáticas y Ciencias*. Base de datos recuperada de <http://ur1.ca/9a94m>
- Unesco-IBE. (2012). *Sexagésima primera reunión del consejo de la oficina internacional de educación*. Ginebra: Suiza.
- Unesco-IBE. (2010-2011). *World Data on Education, Données mondiales de l'éducation*, Datos Mundiales de Educación. Séptima edición. España.
- Unesco-IESALC. (2004). *La formación de los docentes en Colombia. Estudio diagnóstico*. Bogotá: Colombia.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2011). Proyecto Académico Pedagógico, versión 3.0. Bogotá: UNAD.
- Vázquez, A. y Manassero, M. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*. 13, 337-346.
- Vázquez, A., Acevedo, J. & Manassero, M. (2000). Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el Cuestionario de Opiniones CTS. En I.P. Martins (Coord.): *Movimento CTS en la Península Ibérica. Seminario Ibérico sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad e no ensino-aprendizagem das ciencias experimentais*, (219-230). Aveiro: Universidade de Aveiro. Versión electrónica disponible en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. (2001). Recuperado de <http://ur1.ca/9a93p>
- Vegas, E., Petrow, J. (2007). *Incrementar el aprendizaje estudiantil en América Latina*. Banco Mundial: Mayol.
- Wentzel, K. (1997). Student Motivation in Middle School: The Role of Perceived Pedagogical Caring. *Journal of Educational en Psychology*. 3, 411-419.
- Zambrano, A., Mosquera, C. (2010). *Educación y formación de competencias en Ciencias Naturales*. Bogotá: Ascofade.

Este libro
se terminó de imprimir
en mayo de 2014 en
los talleres de
la Editorial UD.
Bogotá, Colombia.